อุปกรณ์คัดแยกเหรียญ เก่า-ใหม่

โดย

นายคเณศ เขจรวงศ์ รหัสนักศึกษา B5400461

นายเทียนชัย ชาติชัยภูมิ รหัสนักศึกษา B5404858

นายทศพล พันธุ์จันทร์ รหัสนักศึกษา B5413966

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชา 527499 โครงงานวิศวกรรมโทรคมนาคม

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2554

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประจำภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2558

อุปกรณ์คัดแยกเหรียญเก่า – ใหม่

คณะกรรมการสอบโครงงาน

_____

(ผศ.ดร.ปิยาภรณ์ มีสวัสดิ์)
กรรมการ/อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

_____

(รองศาสตราจารย์ ดร.พีระพงษ์ อุฑารสกุล)
กรรมการ

_____

(รองศาสตราจารย์ ดร.มนต์ทิพย์ภา อุฑารสกุล)
กรรมการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับรายงานโครงงานฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม รายวิชา 527499 โครงงานวิศวกรรมโทรคมนาคม ประจำปีการศึกษา 2558

โครงงาน	อุปกรณ์คัดแยกเหรียญ เก่า-ใหม่
จัดทำโดย	1. นายคเณศ เขจรวงศ์
	2. นายเทียนชัย ชาติชัยภูมิ
	3. นายทศพล พันธุ์จันทร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ปิยาภรณ์ มีสวัสดิ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาคการศึกษา	**1/2558**

บทคัดย่อ

เนื่องจากในปัจจุบันมีเครื่องบริการอัตโนมัติประเภทหยอดเหรียญเข้ามาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้น แต่เครื่องหยอดเหรียญดังกล่าวไม่สามารถจำแนกเหรียญ เก่า–ใหม่ ได้ ส่งผลให้ผู้ให้บริการได้รับเหรียญเก่าหรือเหรียญด้อยคุณภาพจำนวนมากอาจทำให้กิจการขาดทุนเนื่องจากไม่สามารถแลกเหรียญได้เต็มจำนวน เพราะอัตราการแลกเปลี่ยนเหรียญกับโรงกษาปณ์นั้นจะมีอัตราการแลกเปลี่ยนแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของเหรียญ ดังนั้นโครงงานนี้จึงออกแบบอุปกรณ์คัดแยกเหรียญเก่า–ใหม่ขึ้น โดยการประยุกต์ใช้วงจรตรวจจำแสง RGB ทำงานร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Ardoino UNO R3 และมอเตอร์เซอร์โว เพื่อคัดแยกเหรียญก่อนที่เหรียญจะถูกส่งไปยังเครื่องรับต่อไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานเรื่องอุปกรณ์คัดแยกเหรียญ เก่า-ใหม่ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างยิ่งจาก ผศ.ดร.ปิยาภรณ์ มีสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ผู้ที่เป็นแนวคิดริเริ่มในหัวข้อโครงงานเรื่องอุปกรณ์คัดแยกเหรียญ เก่า-ใหม่ ที่ได้กรุณาช่วยเหลือสนับสนุนให้คำปรึกษาแนะแนวและขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องในทุกขั้นตอนต่างๆของการจัดทำโครงงานดังกล่าวนี้ นอกจากนี้คณะผู้จัดทำโครงงานขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือคณะผู้จัดทำในด้านต่างๆ

คณะผู้จัดทำโครงงานใคร่ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่คอยให้คำปรึกษาตลอดจน บิดา มารดา เพื่อนๆทุกคน และ ผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามมาไว้ ณ ที่นี้ ที่ได้ให้กำลังใจและมีส่วนช่วยเหลือให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี สุดท้ายนี้ กลุ่มผู้จัดได้คาดหวังว่าโครงงานนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจไม่มากก็น้อย และ หากโครงงานชิ้นนี้มีข้อผิดพลาดประการใดทางคณะผู้จัดทำโครงงานใคร่ขอน้อมรับและขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

นายคเณศ เขจรวงศ์
นายเทียนชัย ชาติชัยภูมิ
นายทศพล พันธุ์จันทร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

เรื่อง		หน้า
บทคัดย่อ		
กิตติกรรมประกาศ		
สารบัญ		
สารบัญรูป		
สารบัญตาราง		
บทที่ 1 บทนำ		1
1.1	ปัญหาและที่มาของโครงงาน	1
1.2	วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3	ขอบเขตการทำงาน	2
1.4	ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5	ผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี		3
2.1 บทนำ		3
2.2 เซนเซอร์วัดค่าแสง RGB		4
2.2.1 หลักการทำงานของ เซนเซอร์วัดค่าแสง RGB		6
2.2.2 การต่อเซนเซอร์วัดค่าแสง RGB		7
2.3 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)		14
2.3.1 โครงสร้างของเซอโวมอเตอร์		15
2.3.2 ส่วนประกอบภายในของเซอร์โวมอเตอร์		16
2.3.3 หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์		17
2.3.4 สัญญาณRC ในรูปแบบ PWM		17
2.3.5 การเชื่อมต่อเซอร์โวมอเตอร์กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น		19

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.4 ชุดควบคุมบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)	22
2.4.1 จุดเด่นที่ทำให้บอร์ด Arduino เป็นที่นิยม	23
2.4.2 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในโครงงาน	23
2.4.3 โครงสร้างพื้นฐานของบอร์ด Arduino Uno R3	24
2.4.4 คุณสมบัติทั่วไปของบอร์ด Arduino Uno R3	25
2.5 สรุป	25
บทที่ 3 การออกแบบโครงงาน	26
3.1 บทนำ	26
3.2องค์ประกอบและหลักการทำงานของส่วนต่างๆภายในอุปกรณ์คัดแยกเหรียญ เก่า-ใหม่	26
3.3 วงจรควบคุมการเปิด-ปิด ทางเข้าของเหรียญ	27
3.4 วงจรตรวจสอบคุณภาพของเหรียญ	28
3.4.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆถายในอุปกรณ์คัดแยกเหรียญเก่า-ใหม่	29
3.4.2 โค๊ตโปรแกรมสำหรับวงจรตรวจสอบคุณภาพของเหรียญ	30
3.5 สรุป	38
บทที่ 4 ผลการทดสอบ	39
4.1 บทนำ	39
4.2การทดสอบชิ้นงาน	39
4.2.2 ผลการทดสอบการตรวจจับของเซนเซอร์สำหรับวงจรควบคุมทางเข้าของเหรียญ	41
4.2.3 ผลการทดสอบการคัดแยกคุณภาพเหรียญเก่า-ใหม่	44
4.3 วิเคราะห์ผลการทดลอง	48
4.4 สรุป	48
บทที่ 5 บทสรุปของโครงงาน	49
5.1 บทนำ	49
5.2 ข้อเสนอแนะ	49
5.3 แนวทางการพัฒนา	49

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ประวัติผู้เขียน	50
ภาคผนวก	51
ภาคผนวก ก	52
ภาคผนวก ข	64
บรรณนานุกรม	69

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป

เรื่อง	หน้า
รูปที่ 1.1 เปรียบเทียบระหว่างเหรียญที่ไม่ได้คุณภาพกับเหรียญที่มีคุณภาพดี	1
รูปที่ 2.1 เซนเซอร์วัดค่าแสง RGB	4
รูปที่ 2.2 เซ็นเซอร์วัดค่าแสง RGB 8*8 ชิ้น	4
รูปที่ 2.3 พอร์ตการเชื่อมต่อของเซนเซอร์วัดค่าแสง RGB	5
รูปที่ 2.4 หลักการการรวมกันของแม่สีของแสง RGB ที่ทำให้เกิดเป็นสีต่างๆ	6
รูปที่ 2.5 การเชื่อมต่อเซนเซอร์วัดค่าแสง RGB กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น	7
รูปที่ 2.6 ผลลัพธ์จากการรันโปรแกรม	13
รูปที่ 2.7 เซอร์โวมอเตอร์	14
รูปที่ 2.8 ส่วนประกอบภายนอกของเซอโวมอเตอร์	15
รูปที่ 2.9 ส่วนประกอบภายในของเซอร์โวมอเตอร์	16
รูปที่ 2.10 การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยสัญญาณ RC โดยใช้ RC Remote	17
รูปที่ 2.11 ความกว้างของสัญญาณพัลส์ไว้ที่ 1 ms ตัว Servo Motor จะหมุนไปทางด้ายซ้ายสุด	18
รูปที่ 2.12 ความกว้างของสัญญาณพัลส์ไว้ที่ 2 ms ตัว Servo Motor จะหมุนไปยังตำแหน่งขวาสุด	18
รูปที่ 2.13 ความกว้างของสัญญาณพัลส์ไว้ที่ 1.5 ms ตัว Servo Motor ก็จะหมุนมาอยู่ที่ตำแหน่งตรงกลางพอดี	18
รูปที่ 2.14 ความกว้างของสัญญาณพัลส์ 49.75 us ตัว เซอร์โวมอเตอร์จะหมุนไปทำมุมที่ 45 องศา	18
รูปที่ 2.15 การเชื่อมต่อบอร์ด Arduino UNO R3 เข้ากับเซอร์โวมอเตอร์	19
รูปที่ 2.16 เซอร์โวมอเตอร์จะหมุนไปที่ตำแหน่ง 0 องศา และ หยุดเป็นเวลา 1 วินาที	20
รูปที่ 2.17 เซอร์โวมอเตอร์จะหมุนไปที่ตำแหน่ง 90 องศา และ หยุดเป็นเวลา 1 วินาที	21
รูปที่ 2.17 เซอร์โวมอเตอร์จะหมุนไปที่ตำแหน่ง 180 องศา และ หยุดเป็นเวลา 1 วินาที จากนั้นจะหมุนกลับไปที่ตำแหน่ง 0 องศาและวนรอบไปเช่นนี้เรื่อยๆ	21
รูปที่ 2.19 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino รุ่นต่างๆ	22
รูปที่ 2.20 บอร์ด Arduino Uno R3	23
รูปที่ 2.21 โครงสร้างพื้นฐานของบอร์ด Arduino Uno R3	24

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
รูปที่ 3.1 แผนภาพไดอะแกรมของวงจรควบคุมการเปิด-ปิด ทางเข้าของเหรียญ	27
รูปที่ 3.2 แผนภาพไดอะแกรมของวงจรตวจสอบคุณภาพเหรียญ	28
รูปที่ 3.3 การเชื่อมต่อเซอร์โวมอเตอร์กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์	29
รูปที่ 3.4 การเชื่อมต่อเซอเซอร์วัดค่าแสง RGB กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์	29
รูปที่ 3.5 อุปกรณ์เมื่อนำทุกอย่างมาประกอบเข้าด้วยกัน	38
รูปที่ 4.1 อุปกรณ์คัดแยกเหรียญ เก่า-ใหม่ พร้อมอุปกรณ์ทดสอบ	39
รูปที่ 4.2 เซนเซอร์ตรวจสอบคุณภาพเหรียญเก่า-ใหม่	40

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

เรื่อง	หน้า
ตาราง 2.1 แสดงสัญญาณเอาต์พุตที่ออกมาทางขา S2 และ S3	5
ตาราง 4.1.1 ผลการทดการตรวจจับของเซนเซอร์ ตัวที่ 1 สำหรับวงจรควบคุมทางเข้าของเหรียญ กรณีไม่มีเหรียญเข้ามายังระยะตรวจจับของเซนเซอร์	41
ตาราง 4.1.2 ผลการทดการตรวจจับของเซนเซอร์สำหรับวงจรควบคุมทางเข้าของเหรียญ กรณีมีเหรียญดีเข้ามายังระยะตรวจจับของเซนเซอร์ทั้ง 2 ในการทดสอบวงจรควบคุมทางเข้าของเหรียญ	42
ตาราง 4.1.3 ผลการทดการตรวจจับของเซนเซอร์สำหรับวงจรควบคุมทางเข้าของเหรียญ กรณีมีเหรียญดำเข้ามายังระยะตรวจจับของเซนเซอร์ทั้ง 2 ในการทดสอบวงจรควบคุมทางเข้าของเหรียญ	43
ตาราง 4.2.1 ตารางผลการทดสอบเมื่อหยอดเหรียญเข้าไปยังอุปกรณ์คัดแยกเหรียญเก่า-ใหม่ กรณีที่มีเหรียญดีเข้ามายังตัวอุปกรณ์	44
ตาราง 4.2.2 ตารางผลการทดสอบเมื่อหยอดเหรียญเข้าไปยังอุปกรณ์คัดแยกเหรียญเก่า-ใหม่ กรณีที่มีเหรียญดำ ซึ่งดำเพียงด้านเดียวหรือเหรียญที่ไม่ได้คุณภาพ เข้ามายังตัวอุปกรณ์ทางฝั่งเซนเซอร์ตัวที่ 1	45
ตาราง 4.2.3 ตารางผลการทดสอบเมื่อหยอดเหรียญเข้าไปยังอุปกรณ์คัดแยกเหรียญเก่า-ใหม่ กรณีที่มีเหรียญดำ ซึ่งดำเพียงด้านเดียวหรือเหรียญที่ไม่ได้คุณภาพ เข้ามายังตัวอุปกรณ์ทางฝั่งเซนเซอร์ตัวที่ 2	46
ตาราง 4.2.4 ตารางผลการทดสอบเมื่อหยอดเหรียญเข้าไปยังอุปกรณ์คัดแยกเหรียญเก่า-ใหม่ กรณีที่มีเหรียญดำ ซึ่งดำทั้งสองด้านหรือเหรียญที่ไม่ได้คุณภาพ เข้ามายังตัวอุปกรณ์	47

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ปัญหาและที่มาของโครงงาน

ในปัจจุบันมีเครื่องบริการอัตโนมัติประเภทเครื่องหยอดเหรียญจำนวนมาก เช่น เครื่องซักผ้าแบบหยอดเหรียญ ตู้ขายน้ำและเครื่องดื่มอัตโนมัติ ตู้เติมเงินโทรศัพท์อัตโนมัติ เป็นต้น ซึ่งเครื่องหยอดเหรียญดังกล่าว มีข้อจำกัดในเรื่องของการคัดแยกคุณภาพและความสมบูรณ์ของเหรียญ และอัตราการแลกเปลี่ยนเหรียญกับโรงกษาปณ์นั้น มีค่าแตกต่างกันไปตามคุณภาพของเหรียญดังรูปที่ 1.1 เพื่อให้ผู้ให้บริการเครื่องอัตโนมัติไม่เสียผลประโยชน์ โครงงานนี้จึงออกแบบอุปกรณ์คัดแยกเหรียญ เก่า-ใหม่ ขึ้น ซึ่งจะเป็นอุปกรณ์ที่นำไปต่อพ่วงเข้ากับอุปกรณ์นับเงินที่ติดตั้งอยู่กับเครื่องหยอดเหรียญ หลักการทำงานคือ จะนำอุปกรณ์คัดแยกเหรียญ ไปติดไว้กับส่วนหน้าของเครื่องนับจำนวนเงิน ถ้าเหรียญผ่านเครื่องคัดแยกเหรียญเก่า-ใหม่ ได้แสดงว่าเป็นเหรียญดี เหรียญนั้นก็จะถูกส่งเข้าเครื่องหยอดเหรียญเพื่อนับจำนวนเงินทันที แต่ถ้าหากเหรียญนั้นเป็นเหรียญเก่าไม่ได้คุณภาพเหรียญจะไม่ถูกส่งเข้าเครื่องนับเงินแต่จะถูกส่งคืนไปยังช่องคืนเงินแก่ผู้ใช้บริการแทน

ในการออกแบบจะใช้เซ็นเซอร์วัดค่าแสง RGB ทำงานร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Ardoino UNO R3 และเซอร์โวมอเตอร์ เซอร์โวเมอเตอร์จะปิดลงทำให้เหรียญถูกส่งเข้าเครื่องหยอดเหรียญ แต่ถ้าหากเหรียญที่ไม่ได้คุณภาพผ่านเซ็นเซอร์ เซอร์โวเมอเตอร์จะเปิดขึ้นทำให้เหรียญตกลงไปในช่องคืนเหรียญให้แก่ผู้ใช้บริการ

รูปที่ 1.1 เปรียบเทียบระหว่างเหรียญที่ไม่ได้คุณภาพกับเหรียญที่มีคุณภาพดี

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาการทำงานของเซนเซอร์แสง RGB
2. เพื่อการสร้างและทดสอบระบบตรวจจับแสง RGB เมื่อทำงานร่วมกับเซอร์โวเมอเตอร์
3. อุปกรณ์สามารถคัดแยกเหรียญ เก่า – ใหม่ ได้
4. เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมสำหรับสั่งการอุปกรณ์ต่างๆภายในวงจรของระบบ

1.3 ขอบเขตการทำงาน

1. การออกแบบและวิเคราะห์วงจรตรวจจับแสง RGB

2. การออกแบบและวิเคราะห์การทำงานของเซอร์โวเมอเตอร์

3. วิเคราะห์การตอบสนองเมื่อวงจรตรวจจับแสง RGB ทำงานร่วมกับเซอร์โวเมอเตอร์

4. ออกแบบวงจรเชื่อมต่อเพื่อใช้งานในระบบ ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

5. สร้างทดสอบและเปรียบเทียบผลที่ได้จากการจำลองแบบกับการทดสอบจริง

6. สร้างอุปกรณ์ทั้งหมดตามต้นแบบและทดสอบเพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาข้อจำกัดในการใช้งานและปัญหาของอุปกรณ์
2. ศึกษาการทำงานของวงจรตรวจจับแสง RGB และเซอร์โวเมอเตอร์
3. ศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุมของชุดควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์
4. ออกแบบวงจรที่ใช้สำหรับการทดสอบ
5. วิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขวงจร
6. รวบรวมข้อมูลและขั้นตอนการทำงานทั้งหมดเพื่อจัดทำเอกสาร
7. นำเสนอโครงงาน

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน

1. สามารถนำความรู้ที่ได้มาใช้ประโยชประกอบวิชาชีพได้
2. สามารถนำความรู้ในทฤษฎีมาประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติได้
3. สามารถทำงานร่วมกันเป็นทีมได

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีเกี่ยวข้องที่ใช้ในการทำโครงงานนี้โดยในส่วนนี้จะกล่าวถึงหลักการทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับแสง RGB เซอร์โวมอเตอร์ และบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Ardoino UNO R3 ที่เราได้นำมาประยุกต์ใช้กับโครงงานนี้ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเหรียญเก่า-ใหม่ โดยใช้หลักการ การสะท้อนของแสงที่ตกกระทบตัววัตถุที่สะท้อนกลับมายังเซนเซอร์ ทำงานร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Ardoino UNO R3 และเซอร์โวมอเตอร์ ทำให้สามารถแยกแยะคุณภาพของเหรียญได้ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับเครื่องบริการอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญต่างๆ เช่น เครื่องซักผ้าหยอกเหรียญ ตู้เติมเงินมือถือออนไลค์ ตู้ขายน้ำและเครื่องดื่ม เป็นต้น ซึ่งเครื่องหยอดเหรียญดังกล่าวมีข้อจำกัดในเรื่องของการคัดแยกคุณภาพและความสมบูรณ์ของเหรียญ ทำให้เมื่อนำเหรียญไปแลกเปลี่ยนกับโรงกษาปณ์จะได้อัตราแลกเปลี่ยนเงินเต็มจำนวน

แสง RGB ย่อมาจาก red green และ blue คือระบบสีของแสงเกิดจากการหักเหของแสงกลายเป็นสีรุ้งด้วยกัน 7 สี ซึ่งเป็นช่วงแสงที่ตาของคนเราสามารถมองเห็นได้ แสงสีม่วงจะมีความถี่สูงสุดเรียกว่า อัลตร้าไวโอเล็ต และแสงสีแดงจะมีความถี่ต่ำสุด เรียกว่าอินฟาเรต คลื่นแสงที่มีความถี่สูงกว่าสีม่วง และต่ำกว่าสีแดงนั้น สายตาของมนุษย์ไม่สามารถรับได้ แสงสีทั้งหมดเกิดจาก แสงสี 3 สี คือ สีแดง (Red) สีน้ำเงิน (Blue) และสีเขียว (Green)ทั้งสามสีถือเป็นแม่สีของแสง แม่สีของแสงมีด้วยกัน 3 สี คือ สีแดง (R) สีเขียว (G) สีน้ำเงิน (B) และแต่ละแม่สีเมื่อรวมกันก็จะได้สีดังนี้

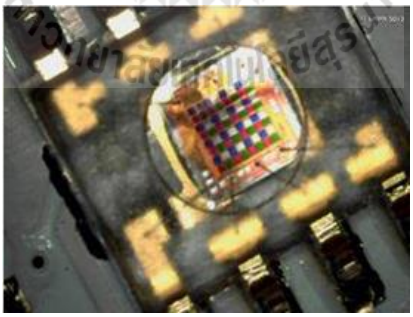
- สีแดง+สีเขียว ได้ สีเหลือง (Yellow)
- สีเขียว+น้ำเงิน ได้ สีฟ้า (Cyan)
- สีแดง+สีน้ำเงิน ได้ สีแดงอมชมพู่ (Magenta)

เมื่อนำแม่สีของแสงทั้ง 3 มาผสมกัน ในปริมาณแสงสว่างเท่ากันก็จะได้เป็นแสงที่สีขาว แต่ถ้าผสมกันระหว่างแสงระดับความสว่างต่างกัน ก็จะได้ผลที่เป็นแสงสีๆมากมายเป็นล้านสี ส่วนใหญ่การใช้สีลักษณะนี้จะใช้ในอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับแสง เช่น จอภาพ กล้องดิจิตอล สแกนเนอร์ เป็นต้น ระบบสี RGB จะทำการแสดงผลออกมา เป็นรูปแบบการรับแสง แสดงผลด้วยแสงที่เป็นแม่สี ได้แก่ สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน ซึ่งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆไม่ว่าจะเป็น จอภาพ สแกนเนอร์ กล้องดิจิตอลหรือดวงตาคนเราล้วนแต่รับและแปลผลเป็นสีต่างๆ ด้วยแสงเหล่านี้

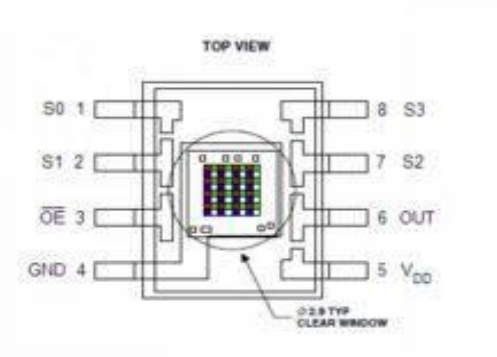
2.2 เซนเซอร์วัดค่าแสง RGB

รูปที่ 2.1 เซนเซอร์วัดค่าแสง RGB

เซนเซอร์วัดค่าแสง RGB มีกลุ่มของเซนเซอร์ที่สามารถตรวจจับแสง สีแดง เขียว และน้ำเงิน และเมื่อรวมกันก็จะได้เป็นแสงสีต่างๆ ถ้ารู้ข้อมูลของแสง RGB แต่ละตัว ก็จะสามารถรู้ว่าเมื่อนำข้อมูลของแสง RGB รวมกันแล้วจะเกิดเป็นสีอะไร โดยเซนเซอร์สีแดง เขียว และน้ำเงิน ของค่าแสง RGB มีจำนวน 8x8 ตัว สามารถรับแสงแต่ละค่าได้ ดังรูปที่ 2.2 เมื่อแปลงค่าออกมา ก็จะได้ค่าสีที่สามารถมองเห็นได้ โดยเซนเซอร์ RGB ประกอบด้วย สีน้ำเงิน 16 ตัว สีเขียว 16 ตัว สีแดง 16 ตัว และแสงสีขาว 16 ตัว โดยพอร์ตการเชื่อมต่อของเซนเซอร์วัดค่าแสง RGB แสดง ดังรูปที่ 2.3 จะให้สัญญาณเอาต์พุตออกมาทางขา s2 และ s3 เช่น ถ้า s2 และ s3 ให้สัญญาณ L และ L ออกมา แปลว่า อ่านได้ค่าแสงสีแดง แล้ว ถ้า s2 และ s3 ให้ค่าออกมาเป็น L และ H แสดงว่าเป็นสีน้ำเงิน ดังตาราง 2.1



รูปที่ 2.2 เซ็นเซอร์วัดค่าแสง RGB 8*8 ชิ้น



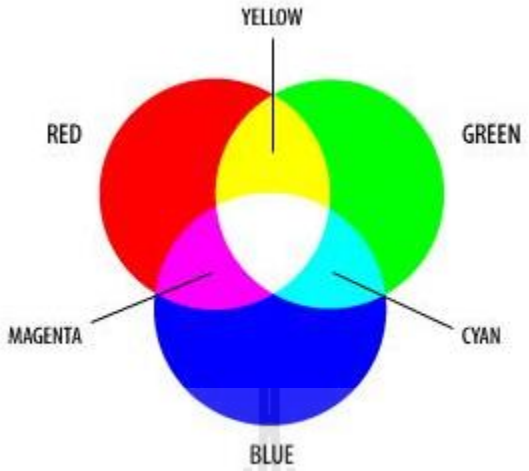
รูปที่ 2.3 พอร์ตการเชื่อมต่อของเซนเซอร์วัดค่าแสง RGB

ตารางที่ 2.1 แสดงสัญญาณเอาต์พุตที่ออกมาทางขา S2 และ S3

S2	S3	PHOTODIODE TYPE
L	L	Red
L	H	Blue
H	L	Clear (no filter)
H	H	Green

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.2.1 หลักการทำงานของ เซนเซอร์วัดค่าแสง RGB



รูปที่ 2.4 หลักการการรวมกันของแม่สีของแสง RGB ที่ทำให้เกิดเป็นสีต่างๆ

การใช้งาน เซนเซอร์วัดค่าแสง RGB ถ้าต้องการให้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 สามารถทำงานร่วมกันกับเซนเซอร์วัดค่าแสง เพื่อเอาไปประมวลผลตามที่ต้องการ เช่น ทำเป็นตัวอ่านค่าสี RGB หรือนำค่า RGB ไปแสดง เซนเซอร์นี้ ใช้ไฟเลี้ยง 3.3 - 5 โวลต์ ใช้สายสัญญาณ 3 เส้น สายสำหรับควบคุมไฟ LED 1 เส้น สามารถสั่งเปิดไฟขณะที่กำลังทำการอ่านค่าสี และสามารถสั่งให้ปิดเมื่ออ่านค่าสีเสร็จแล้วได้ เซนเซอร์ตัวนี้ เป็นตัวแยกความถี่ของแสงโดยใช้ Photodiodes ถ้าสามารถรู้ความถี่ของแสง สีแดง เขียว น้ำเงิน นำค่าแต่ละค่ามาผสมกัน ก็จะได้ออกมาเป็นค่าของแสงว่า คือสีอะไร และโมดูลนี้ก็มีเซนเซอร์แสงเหล่านี้มาให้ครบถ้วน ทำให้เราสามารถแยกประเภทสีได้

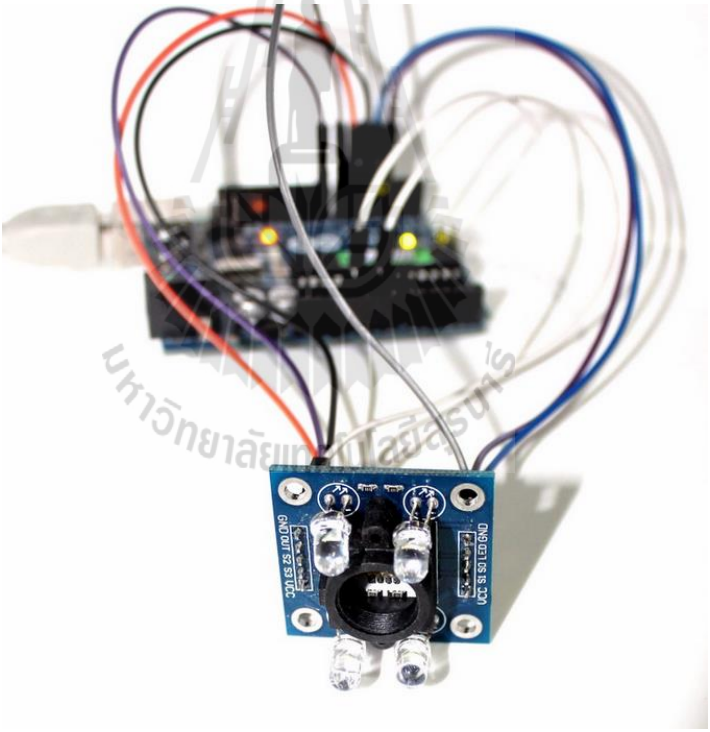
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.2.2 การต่อเซนเซอร์วัดค่าแสง RGB

ขั้นตอนที่ 1 การต่อสายจากเซนเซอร์วัดค่าแสง กับ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

โดย - ขา Vcc ของเซนเซอร์ ต่อกับ ขาแรงดัน 5v ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

- ขา Gnd ของเซนเซอร์ ต่อกับ ขา Gnd ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์
- ขา s0 ของเซนเซอร์ ต่อกับ ขาแรงดัน 5v ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์
- ขา s1 ของเซนเซอร์ ต่อกับ ขาแรงดัน 5v ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์
- ขา s2 ของเซนเซอร์ ต่อกับ ขาดิจิตอลหมายเลข 12 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์
- ขา s3 ของเซนเซอร์ ต่อกับ ขาดิจิตอลหมายเลข 13 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์
- ขา OUT ของเซนเซอร์ ต่อกับ ขาดิจิตอลหมายเลข 5 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์
- ขา LED ของเซนเซอร์ ต่อกับ ขาดิจิตอลหมายเลข 7 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 2.5 การเชื่อมต่อเซนเซอร์วัดค่าแสง RGB กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

ขั้นตอนที่ 2 การเขียนโค๊ตโปรแกรมและการรันโปรแกรม

```
#include <MD_TCS230.h>
#include <FreqCount.h>
#define     BLACK_CAL          0
#define     WHITE_CAL          1
#define     READ_VAL           2
// Pin definitions
#define  S2_OUT  12
#define  S3_OUT  13
#define  OE_OUT   8    // LOW = ENABLED
int led = 7;
MD_TCS230            CS(S2_OUT, S3_OUT, OE_OUT);

void setup()
{ pinMode(led, OUTPUT);
  digitalWrite(led, 0);
  Serial.begin(57600);
  Serial.print(F("\n[TCS230 Calibrator Example]"));
 CS.begin();
}
char getChar()
// blocking wait for an input character from the input stream
{
while (Serial.available() == 0)
                              ;
return(toupper(Serial.read()));
}
void clearInput()
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
// clear all characters from the serial input
{
while (Serial.read() != -1)
                        ;
}
uint8_t fsmReadValue(uint8_t state, uint8_t valType, uint8_t maxReads)
// Finite State Machine for reading a value from the sensor
// Current FSM state is passed in and returned
// Type of value being read is passed in
{
        static      uint8_t     selChannel;
        static      uint8_t     readCount;
        static      sensorData              sd;

        switch(state)
        {
        case 0:     // Prompt for the user to start
      digitalWrite(led,0);
                    Serial.print(F("\n\nReading value for "));
                    switch(valType)
                    {
                    case BLACK_CAL:  Serial.print(F("BLACK calibration"));      break;
                    case WHITE_CAL:  Serial.print(F("WHITE calibration"));      break;
                    case READ_VAL:   Serial.print(F("DATA"));
        break;
                    default:                Serial.print(F("??"));
        break;
                    }
                    Serial.print(F("\nPress any key to start ..."));
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

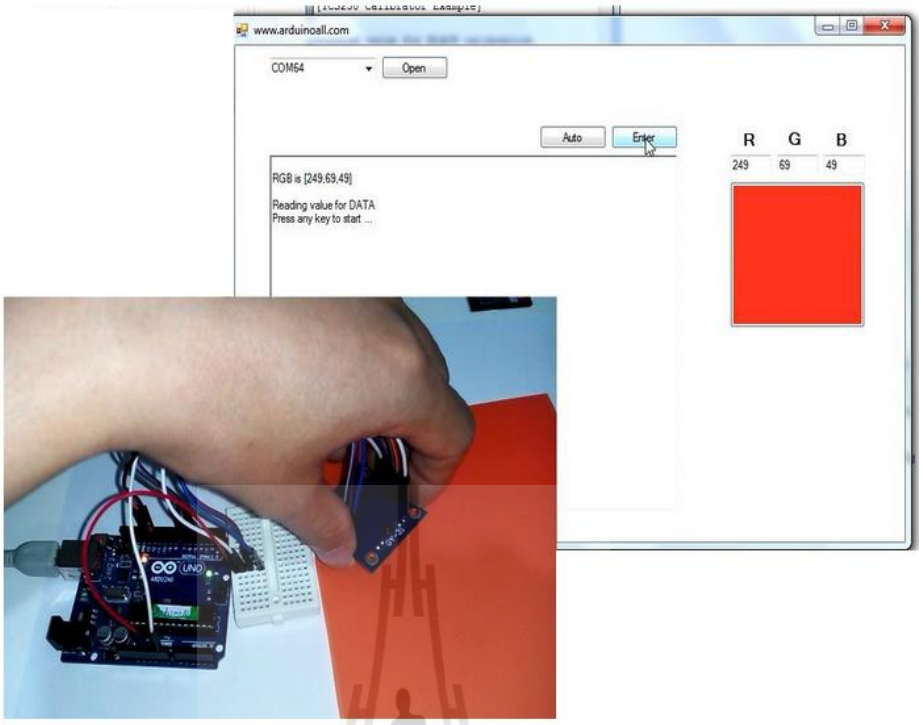
```
                state++;
                break;
        case 1:     // Wait for user input
                getChar();
                clearInput();
                state++;
                break;
        case 2:     // start the reading process
       digitalWrite(led,1);
                CS.read();
                state++;
                break;
        case 3:     // wait for a read to complete
                if (CS.available())
{
        sensorData          sd;
        colorData  rgb;
        switch(valType)
{
        case BLACK_CAL:
        CS.getRaw(&sd);
        CS.setDarkCal(&sd);
        break;
        case WHITE_CAL:
        CS.getRaw(&sd);
        CS.setWhiteCal(&sd);
        break;
        case READ_VAL:
        CS.getRGB(&rgb);
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
            Serial.print(F("\nRGB is ["));
            Serial.print(rgb.value[TCS230_RGB_R]);
            Serial.print(F(","));
            Serial.print(rgb.value[TCS230_RGB_G]);
            Serial.print(F(","));
            Serial.print(rgb.value[TCS230_RGB_B]);
            Serial.print(F("]"));
            break;
                                }
            state++;
                    digitalWrite(led,0);
                      }
                      break;

default:    // reset fsm
                      state = 0;
                      break;
}
return(state);
}
void loop()
{
  static uint8_t          runState = 0;
  static uint8_t          readState = 0;
  switch(runState)
  {
  case 0:    // calibrate black
               readState = fsmReadValue(readState, BLACK_CAL, 2);
               if (readState == 0) runState++;
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

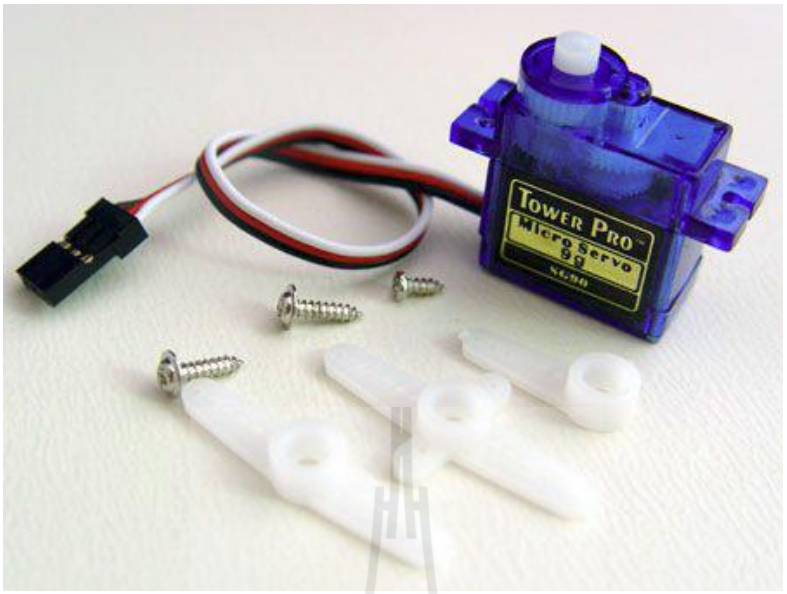
```
            break;
case 1:    // calibrate white
            readState = fsmReadValue(readState, WHITE_CAL, 2);
            if (readState == 0) runState++;
            break;
case 2:    // read color
            readState = fsmReadValue(readState, READ_VAL, 1);
            break;
default:
            runState = 0;          // start again if we get here as something is wrong
}
}
```



รูปที่ 2.6 ผลลัพธ์จากการรันโปรแกรม

จากการทดสอบทำงานของเซนเซอร์วัดค่าแสง RGB ทำงานร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 เพื่อทำการตรวจสอบสีของวัตถุที่เซนเซอร์อ่านได้แล้วทำไปแสดงในคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบความถูกต้อง ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า เซนเซอร์จะอ่านค่า RGB และส่งมายังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำการประมวลผลค่า RGB ที่ถูกส่งมาจากเซนเซอร์นั้นว่าเป็นสีอะไร ดังรูปที่ 2.7 เซนเซอร์อ่านค่าต่างๆได้ดังนี้ R=249 G=69 B=49 เมื่อนำค่าทั้งสามมารวมกันคล้ายๆหลักการการผสมสีก็จะสามารถบอกได้ว่า สีที่เซนเซอร์ตรวจจับได้นั้นจริงๆแล้วคือสีอะไร

2.3 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)



รูปที่ 2.7 เซอร์โวมอเตอร์

Servo เป็นคำศัพท์ที่ใช้กันทั่ว ไปในระบบควบคุมอัตโนมัติ มาจากภาษาละตินคำว่า Sevus หมายถึง “ทาส” (Slave) ในเชิงความหมายของเซอร์โวมอเตอร์ ก็คือมอเตอร์ที่เราสามารถสั่งงานหรือตั้งค่า แล้วตัวมอเตอร์ จะหมุนไปยังตำแหน่งองศาที่เราสั่ง ได้เองอย่างถูกต้อง โดยใช้การควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback Control) โดยทั่วไป RC Servo Motor นิยมนำมาใช้ในเครื่องเล่นที่บังคับด้วยคลื่นวิทยุ (RC = Radio -Controlled) เช่น เรือบังคับวิทยุ รถบังคับวิทยุเฮลิคอปเตอร์ บังคับวิทยุ เป็นต้น

การควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback Control) คือ ระบบควบคุมที่มีการวัดค่าเอาต์พุตของระบบนำมาเปรียบเทียบกับค่าอินพุตเพื่อควบคุมและปรับแต่งให้ค่าเอาต์พุตของระบบให้มีค่าเท่ากับหรือใกล้เคียงกับค่าอินพุต

2.3.1 โครงสร้างของเซอโวมอเตอร์

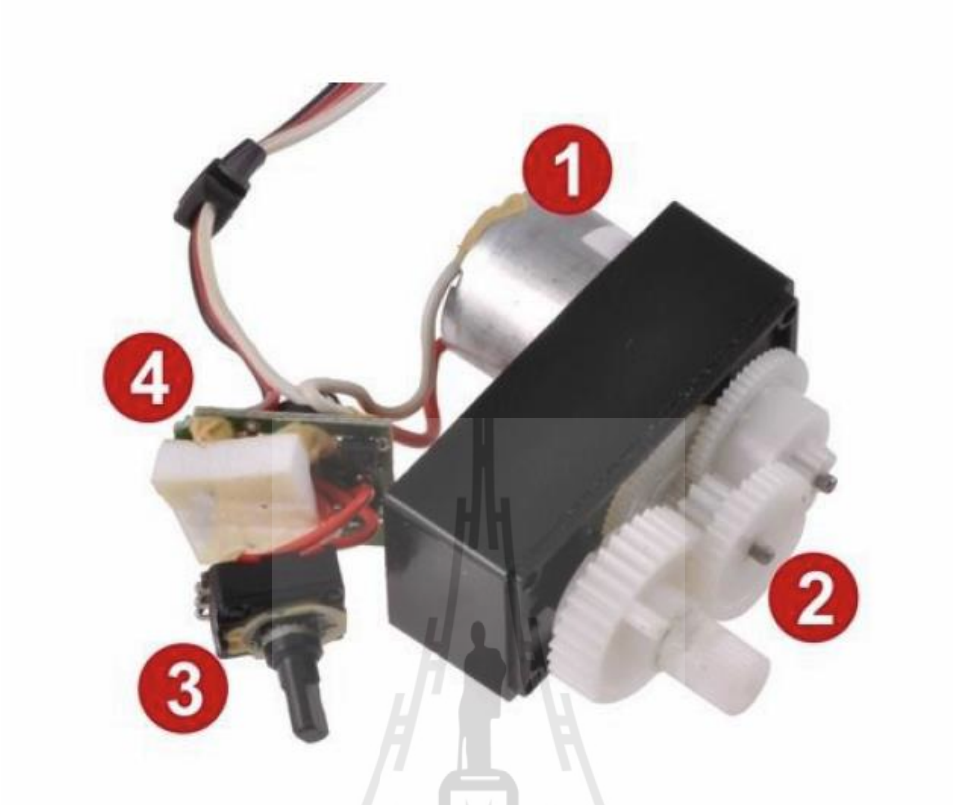
ส่วนประกอบภายนอก

รูปที่ 2.8 ส่วนประกอบภายนอกของเซอโวมอเตอร์

ภายนอกของเซอร์โวมอเตอร์นั้น ประกอบด้วย

- **Case** ตัวถัง หรือ กรอบของตัวเซอร์โวมอเตอร์
- **Mounting Tab** ส่วนจับยึดตัวเซอร์โวมอเตอร์กับชิ้นงาน
- **Output Shaft** เพลาส่งกำลัง
- **Servo Horns** ส่วนเชื่อมต่อกับ Output shaft เพื่อสร้างกลไกล
- **Cable** สายเชื่อมต่อเพื่อ จ่ายไฟฟ้า และ ควบคุมเซอร์โวมอเตอร์จะประกอบด้วยสายไฟ 3 เส้น และ ใน RC เซอร์โวมอเตอร์จะมีสีของสายแตกต่างกันไปดังนี้
- สายสีแดง คือ ไฟเลี้ยง (4.8-6V)
- สายสีดำ หรือ น้ำตาล คือ กราวด์
- สายสีเหลือง (ส้ม ขาว หรือฟ้ า) คือ สายส่งสัญญาณพัลส์ควบคุม (3-5V)
- Connector จุดเชื่อมต่อสายไฟ

2.3.2 ส่วนประกอบภายในของเซอร์โวมอเตอร์



รูปที่ 2.9 ส่วนประกอบภายในของเซอร์โวมอเตอร์

ภายในส่วนประกอบของเซอร์โวมาเตอร์นั้น ประกอบด้วย 4 ส่วน ดังนี้

1. Motor เป็นส่วนของตัวมอเตอร์
2. Gear Train หรือ Gearbox เป็นชุดเกียร์ทดแรง
3. Position Sensor เป็นเซ็นเซอร์ตรวจจับตำแหน่งเพื่อหาค่าองศาในการหมุน
4. Electronic Control System เป็นส่วนที่ควบคุมและประมวลผล

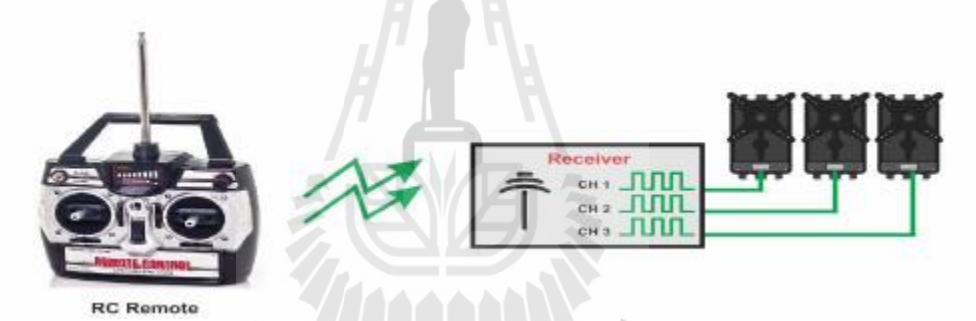
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.3.3 **หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์**

เมื่อจ่ายสัญญาณพัลส์เข้ามายังเซอร์โวมอเตอร์ส่วนวงจรควบคุม (Electronic Control System)ภายในเซอร์โว จะทำการอ่านและประมวลผลค่าความกว้างของสัญญาณพัลส์ที่ส่งเข้ามาเพื่อแปลค่าเป็นตำแหน่งองศาที่ต้องการให้มอเตอร์ หมุนเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งนั้น แล้วส่งคำสั่งไปทำการควบคุมให้มอเตอร์หมุนไปยังตำแหน่งที่ต้องการ โดยมี Position Sensor เป็นตัวเซ็นเซอร์คอยวัดค่ามุมที่มอเตอร์กำลังหมุน เป็นแบบป้อนกลับมาให้วงจรควบคุมเปรียบเทียบกับค่าอินพุตเพื่อควบคุมให้ได้ตำแหน่งที่ต้องการอย่างถูกต้องแม่นยำ

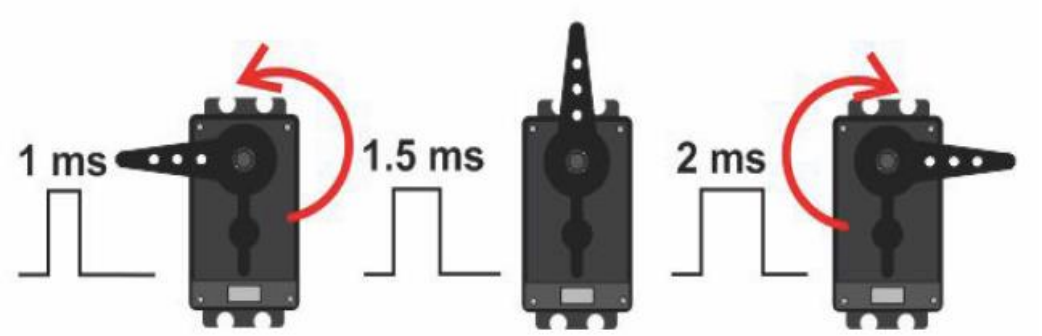
2.3.4 สัญญาณRC ในรูปแบบ PWM

ตัว RC เซอร์โวมอเตอร์ออกแบบมาใช้สำหรับรับคำสั่ง จาก ควบคุมด้วยรีโมท (Remote Control) ที่ใช้ควบคุมของเล่นด้วยสัญญาณวิทยุต่างๆ เช่น เครื่องบินบังคับ รถบังบังคับ เรือบังคับ เป็นต้น ซึ่งรีโมท (Remote) จำพวกนี้ที่ภาครับจะแปลงความถี่วิทยุออกมาในรูปแบบสัญญาณ PWM (Pulse Width Modulation)



รูปที่ 2.10 การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยสัญญาณ RC โดยใช้ RC Remote

มุมหรือองศาจะขึ้นอยู่กับความกว้างของสัญญาณพัลส์ ซึ่งโดยส่วนมากความกว้างของพัลส์ที่ใช้ใน RC เซอร์โวมอเตอร์จะอยู่ในช่วง 1-2 ms หรือ 0.5-2.5 ms ยกตัวอย่างเช่นหากกำหนดความกว้างของสัญญาณพัลซ์ไว้ที่ 1 ms ตัว เซอร์โวมอเตอร์จะหมุนไปทางด้ายซ้ายสุด ในทางกลับกันหากกำหนดความกว้างของสัญญาณพัลซ์ไว้ที่ 2 ms ตัว เซอร์โวมอเตอร์จะหมุนไปยังตำแหน่งขวาสุด แต่หากกำหนดความกว้างของสัญญาณพัลซ์ไว้ที่ 1.5 ms ตัว เซอร์โวมอเตอร์ก็จะหมุนมาอยู่ที่ตำแหน่งตรงกลางพอดี

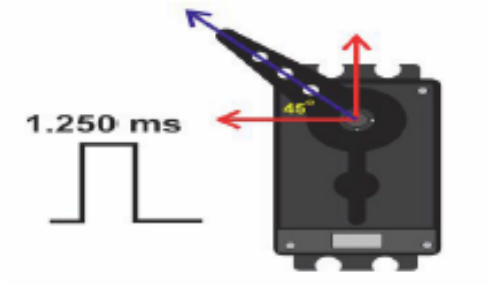


รูปที่ 2.11 รูปที่ 2.12 รูปที่ 2.13

รูปที่ 2.11 ความกว้างของสัญญาณพัลส์ไว้ที่ 1 ms ตัว เซอร์โวมอเตอร์จะหมุนไปทางด้ายซ้ายสุด
รูปที่ 2.12 ความกว้างของสัญญาณพัลส์ไว้ที่ 2 ms ตัว เซอร์โวมอเตอร์จะหมุนไปยังตำแหน่งขวาสุด
รูปที่ 2.13 ความกว้างของสัญญาณพัลส์ไว้ที่ 1.5 ms ตัว เซอร์โวมอเตอร์ก็จะหมุนมาอยู่ที่ตำแหน่งตรงกลางพอดี

ดังนั้นสามารถกำหนดองศาการหมุนของ เซอร์โวมอเตอร์ได้โดยการเทียบค่า เช่น RC เซอร์โวมอเตอร์สามารถหมุนได้ 180 องศา โดยที่ 0 องศาใช้ความกว้างพัลส์เท่ากับ 1000 us ที่ 180 องศาความกว้างพัลส์เท่ากับ 2000 us เพราะฉะนั้นค่าที่เปลี่ยนไป 1 องศาจะใช้ความกว้างพัลส์ต่างกัน(2000-1000)/180 เท่ากับ 5.55 us

จากการหาค่าความกว้างพัลส์ที่มุม 1 องศาข้างต้น หากต้องกำหนดให้ RC เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปที่มุม 45 องศาจะหาค่าพัลส์ที่ต้องการได้จาก 5.55 x 45 เท่ากับ 249.75 us แต่ที่มุม 0 องศาเราเริ่มที่ความกว้างพัลส์ 1ms หรือ 1000 us เพราะฉะนั้นความกว้างพัลส์ที่ใช้กำหนดให้ RC เซอร์โวมอเตอร์ หมุนไปที่ 45 องศา คือ 1000 + 249.75 เท่ากับประมาณ 1250 u

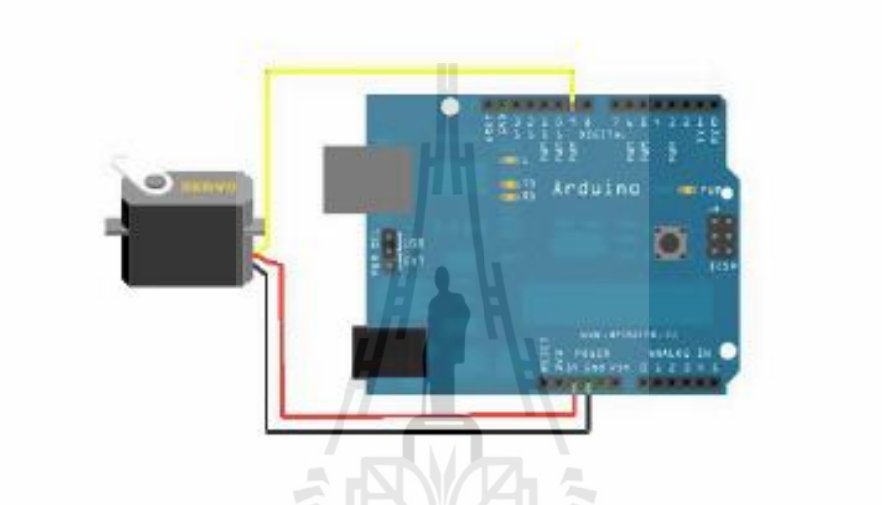


รูปที่ 2.14 ความกว้างของสัญญาณพัลส์ 49.75 us ตัว เซอร์โวมอร์เตอจะหมุนไปทำมุมที่ 45 องศา

2.3.5 การเชื่อมต่อเซอร์โวมอเตอร์กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

ขั้นตอนที่ 1 : ทำการเชื่อมต่อเซอร์โวมอเตอร์เข้ากับบอร์ดไมโคคอนโทรลเลอร์ ดังรูปที่ 2.13 โดย

- เชื่อมต่อสาย Power (สีแดง) ของเซอร์โวมอเตอร์เข้ากับ ขาไฟเลี้ยง 5 V ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์
- เชื่อมต่อสาย GND (สีดำ) ของเซอร์โวมอเตอร์ เข้ากับ ขา GND ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์
- เชื่อมต่อสาย Signal (สีส้ม) ของเซอร์โวมอเตอร์ เข้ากับ ขาดิจิตอลของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์



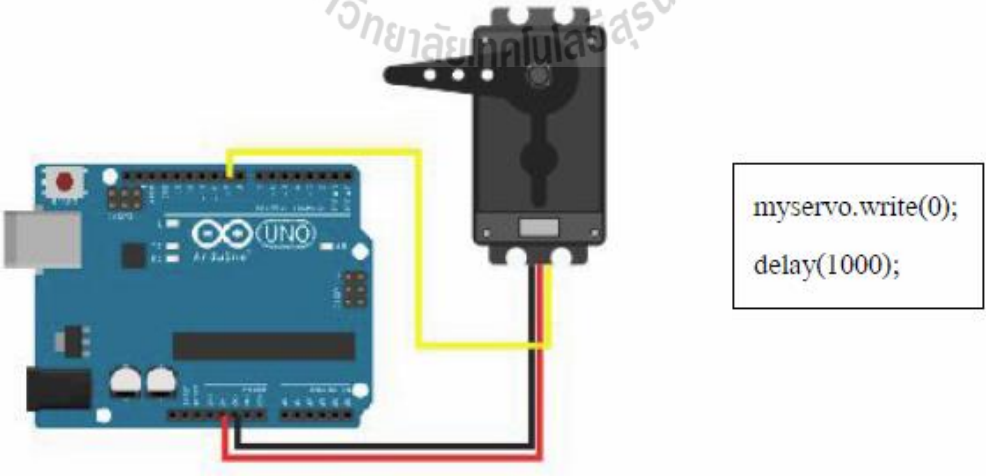
รูปที่ 2.15 การเชื่อมต่อบอร์ด Arduino UNO R3 เข้ากับเซอร์โวมอเตอร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

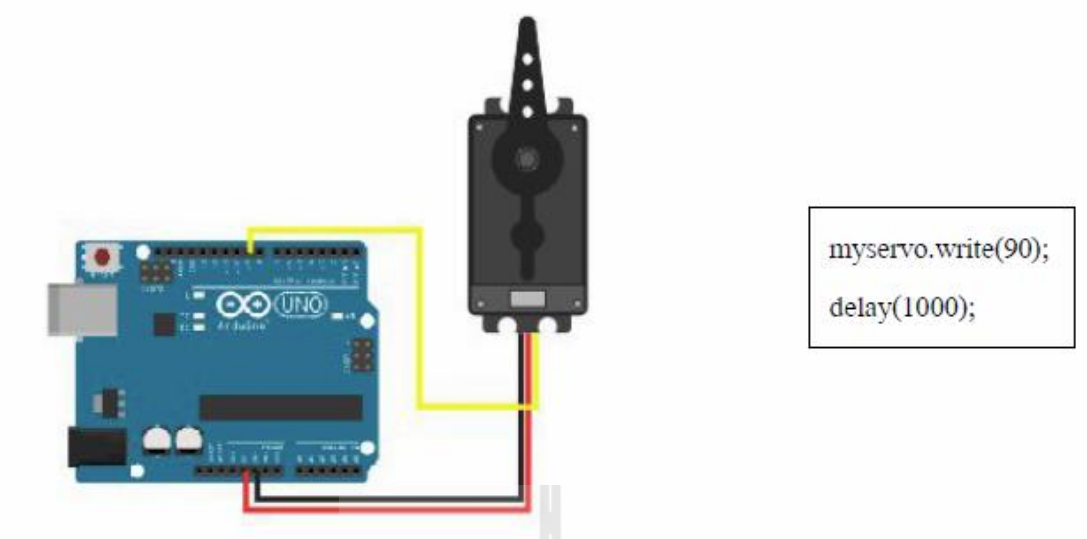
ขั้นตอนที่ 2 : ทำการเขียนโค๊ดโปรแกรม ดังต่อไปนี้

```
#include <Servo.h>
Servo myservo;
void setup()
{
myservo.attach(9);
}
void loop()
{ myservo.write(0);
delay(1000);
myservo.write(90);
delay(1000);
myservo.write(180);
delay(1000);
}
```

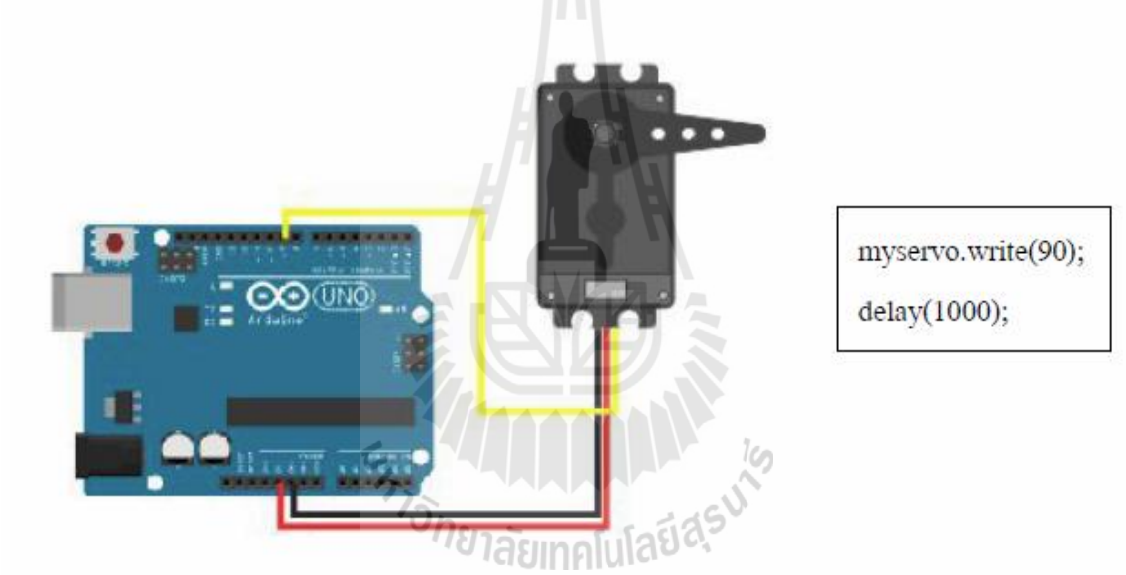
ขั้นตอนที่ 3 : เมื่อทำการรันโปรแกรม จะได้ผลลัพธ์ต่างๆดังภาพ ต่อไปนี้



รูปที่ 2.16 เซอร์โวมอเตอร์จะหมุนไปที่ตำแหน่ง 0 องศา และ หยุดเป็นเวลา 1 วินาที



รูปที่ 2.17 เซอร์โวมอเตอร์จะหมุนไปที่ตำแหน่ง 90 องศา และ หยุดเป็นเวลา 1 วินาที



รูปที่ 2.18 เซอร์โวมอเตอร์จะหมุนไปที่ตำแหน่ง 180 องศา และ หยุดเป็นเวลา 1 วินาที
จากนั้นจะหมุนกลับไปที่ตำแหน่ง 0 องศาและวนรอบไปเช่นนี้เรื่อยๆ

2.4 ชุดควบคุมบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

รูปที่ 2.19 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino รุ่นต่างๆ

บอร์ด Arduinoเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบมีการเปิดเผยข้อมูล (Open Source) ทั้งด้าน ฮาร์ดแวร์ (Hardware) และ ซอฟต์แวร์ (Software) ตัว บอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติมพัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วยความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิคส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆ เช่น ArduinoXBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino WirelessShield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย

2.4.1 จุดเด่นที่ทำให้บอร์ด Arduino เป็นที่นิยม

- ง่ายต่อการพัฒนา มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐาน ไม่ซับซ้อนเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น
- มี Arduino Community กลุ่มคนที่ร่วมกันพัฒนาที่แข็งแรง
- Open Hardware ทำให้ผู้ใช้สามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลายด้าน
- มีราคาไม่แพง
- Cross Platform สามารถพัฒนาโปรแกรมบน OS ใดก็ได้

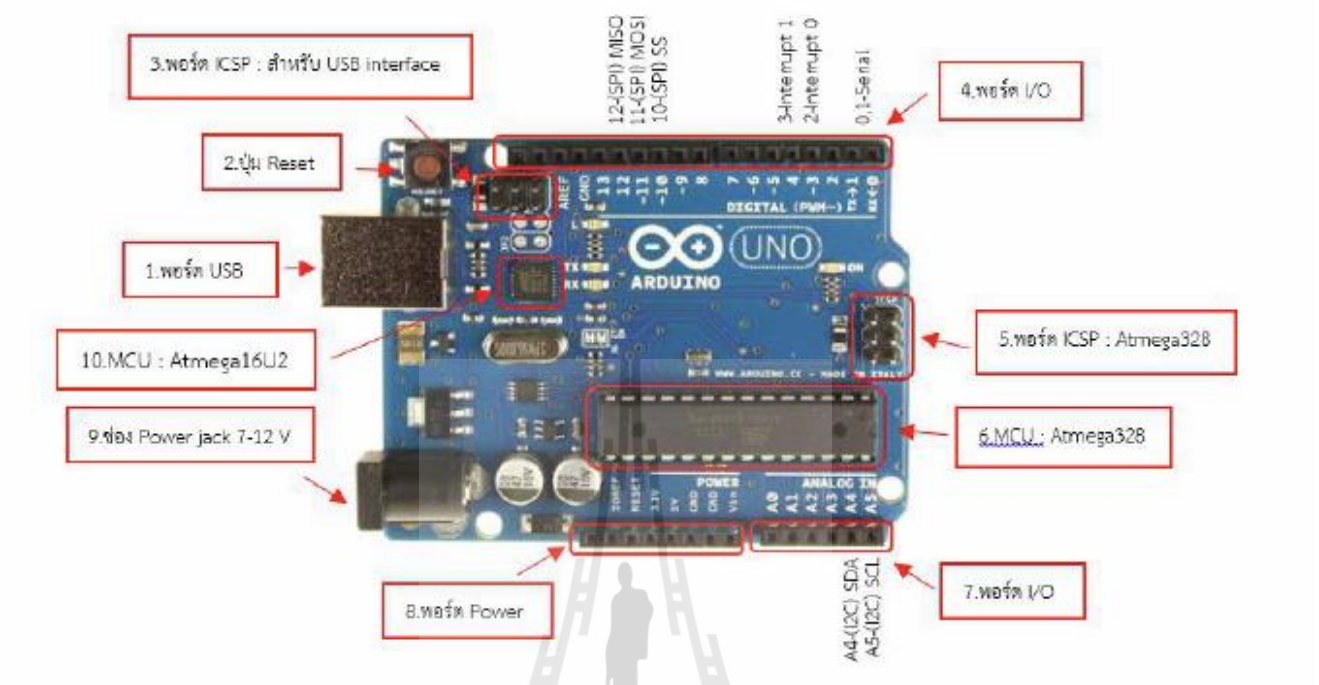
2.4.2 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในโครงงาน

Arduino Uno R3

รูปที่ 2.20 บอร์ด Arduino Uno R3

เป็นบอร์ด Arduino ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากราคาไม่แพง ส่วนใหญ่โปรเจคและ Library ต่างๆ ที่พัฒนาขึ้นมาสนับสนุนการใช้งาน จะอ้างอิงกับบอร์ดนี้เป็นหลัก และข้อดีอย่างหนึ่งคือ กรณีที่ MCU เสีย ผู้ใช้งานสามารถซื้อมาเปลี่ยนเองได้ง่าย

2.4.3 โครงสร้างพื้นฐานของบอร์ด Arduino Uno R3



รูปที่ 2.21 โครงสร้างพื้นฐานของบอร์ด Arduino Uno R3

โครงสร้างพื้นฐานของบอร์ด Arduino Uno R3 นั้น ประกอบด้วย

1. USB Port: ใช้สำหรับต่อกับคอมพิวเตอร์ (Computer) เพื่ออัพโหลดโปรแกรมเข้า MCU และจ่ายไฟให้กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์
2. Reset Button: เป็นปุ่ม Reset ใช้กดเมื่อต้องการให้ MCU เริ่มการทำงานใหม่
3. ICSP Port ของ Atmega16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com port บน Atmega16U2
4. I/OPort:Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้ บาง Pin จะทำหน้าที่อื่นๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น Pin0,1 เป็นขา Tx,Rx Serial, Pin3,5,6,9,10 และ 11 เป็นขา PWM
5. ICSP Port: Atmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader
6. MCU: Atmega328 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ด Arduino

2.4.4 คุณสมบัติทั่วไปของบอร์ด Arduino Uno R3

- ใช้ชิพ ATmega328 รันที่ความถี่ 16 MHz
- หน่วยความจำแฟลช32 KB แรม 2 KB
- บอร์ดใช้ไฟเลี้ยง 7 ถึง 12 V
- มีระดับแรงดันไฟฟ้ าในการทำงานและขาสัญญาณอยู่ที่ 5 V
- (TTL) มี Digital Input / Output 14 ขา (เป็น PWM ได้ 6 ขา)
- มี Analog Input 6 ขา Serial UART 1 ชุด เป็นพอร์ตสื่อสารอนุกรม
- มี ชุดI2C 1 ชุด SPI 1 ชุด

2.5 สรุป

อุปกรณ์คัดแยกเหรียญ เก่า-ใหม่ จะใช้เซนเซอร์วัดค่าแสง RGB เซอร์โวมอเตอร์ และบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำคัญที่จะนำมาใช้ในอุปกรณ์คัดแยกเหรียญเก่า – ใหม่ โดยวิธีการทำงานและการนำไปใช้จะแสดงในบทที่ 3

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
การออกแบบโครงงาน

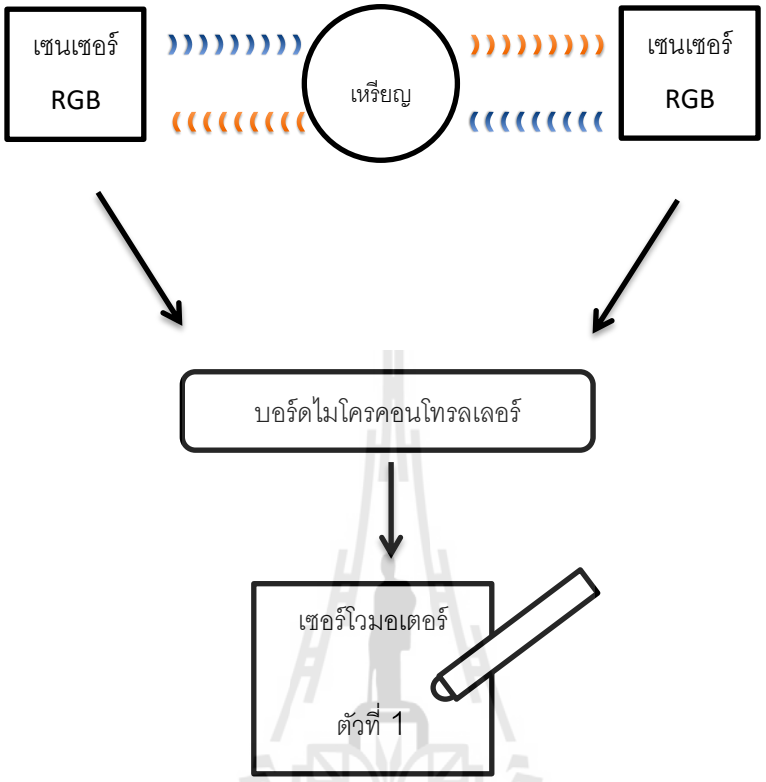
3.1 บทนำ

เนื้อหาในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงการออกแบบโครงสร้างและการสร้างวงจรภายในอุปกรณ์คัดแยกเหรียญ เก่า-ใหม่ สำหรับนำมาตรวจสอบและคัดแยกคุณภาพและความสมบูรณ์ของเหรียญ แล้วจะทำการทดสอบการใช้งานได้จริงของอุปกรณ์แต่ละตัวที่กลุ่มผู้ทดสอบได้นำมาประกอบเป็นอุปกรณ์คัดแยกเหรียญ เก่า-ใหม่ในบทที่ 4 โดยโครงงานจะแบ่งการออกแบบวงจรเป็น 2 ส่วนดังนี้ วงจรควบคุมทางเข้าของเหรียญและวงจรตรวจสอบคุณภาพของเหรียญ

3.2 องค์ประกอบและหลักการทำงานของส่วนต่างๆภายในอุปกรณ์คัดแยกเหรียญ เก่า-ใหม่

หลักการทำงานของส่วนต่างๆภายในอุปกรณ์ เริ่มขึ้นที่บริเวณทางเข้าของอุปกรณ์ซึ่งจะมีวงจรควบคุมการเปิด-ปิด ช่องรับเหรียญ และจะมีการทำงานก็ต่อเมื่อเซนเซอร์นั้นตรวจพบ เหรียญที่เข้ามาทางช่องรับเหรียญโดยเซอร์โวมอเตอร์จะขวางการเดินทางของเหรียญที่สอง เพื่อให้เซนเซอร์ตรวจสอบคุณภาพของเหรียญที่เข้าไปเหรียญแรกจนเสร็จ เซอร์โวมอเตอร์จึงจะทำการเปิดให้เหรียญต่อไปเข้ามายังเซนเซอร์ได้ และจะเปิดช่องรับเหรียญเมื่อเซนเซอร์ไม่มีการตรวจพบเหรียญ จากนั้นเมื่อเซนเซอร์ตรวจพบเหรียญที่เข้ามายังหน้าเซนเซอร์ ซึ่งจะทำการตรวจสอบเหรียญทั้ง2ด้าน จึงมีเซนเซอร์ 2 ตัว ทำการวัดค่าแสงที่สะท้อนกลับมายังตัวเซนเซอร์และส่งค่าที่วัดได้ไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นจะทำการตรวจสอบค่าที่ถูกส่งเข้ามา และทำการสั่งให้เซอโวมอเตอร์ตัวที่สองทำการปล่อยเหรียญ ถ้าค่าที่วัดได้เป็นเหรียญที่ไม่ได้คุณภาพหรือเหรียญดำ เซอร์โวมอเตอร์จะยกขึ้น เหรียญจะตกลงสู่ช่องคืนเหรียญให้กับผู้ใช้งาน แต่ถ้าค่าที่วัดได้เป็นเหรียญที่มีคุณภาพดีสามารถใช้งานได้ เซอร์โวมอเตอร์จะเคลื่อนลงไปปิดช่อง เหรียญจะตกลงไปยังช่องคืนเหรียญ ทำให้เหรียญที่ได้คุณภาพผ่านเข้าไปสู่เครื่องนับจำนวนเงินทันที

3.3 วงจรควบคุมการเปิด-ปิด ทางเข้าของเหรียญ

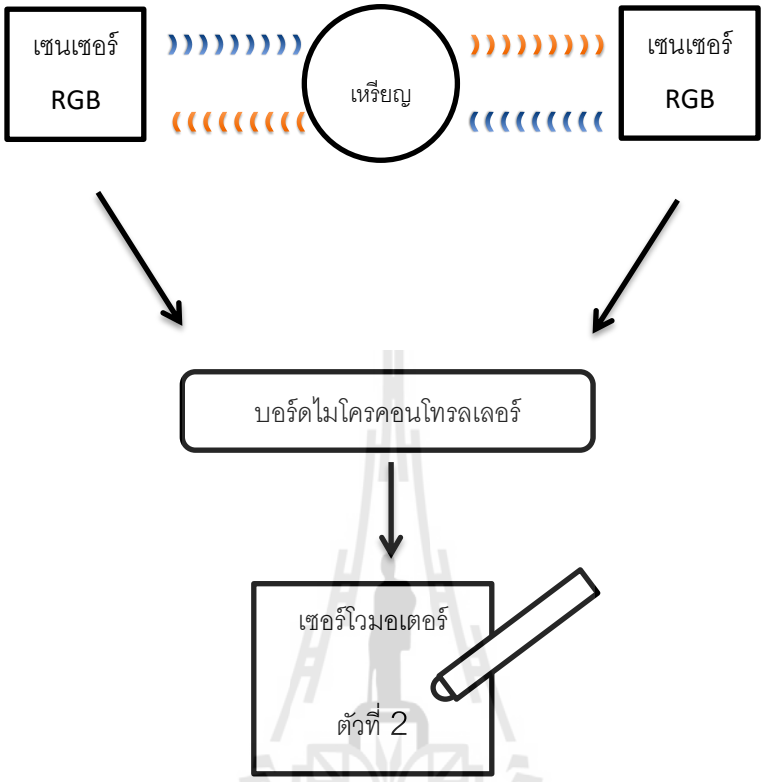


รูปที่ 3.1 แผนภาพไดอะแกรมของวงจรควบคุมทางเข้าของเหรียญ

วงจรควบคุมการเปิด-ปิด ทางเข้าของเหรียญ เป็นเซอโวมอเตอร์ที่อยู่บริเวณทางเข้าของเหรียญก่อนที่จะถึงเซนเซอร์ ทำหน้าที่ควบคุมเหรียญที่จะเข้าไปยังเซนเซอร์ โดยวงจรดังกล่าว จะทำงานก็ต่อเมื่อเซนเซอร์ ตรวจพบเหรียญเข้ามาในระยะที่เซนเซอร์สามารถตรวจจับได้ จากนั้นเซอร์โวมอเตอร์จะทำการปิดทางเข้าของเหรียญเพื่อป้องกันไม่ให้เหรียญถัดไปเข้าไปยังระยะตรวจจับของเซนเซอร์ เพื่อที่จะตรวจสอบคุณภาพของเหรียญแรกจนกว่าจะเสร็จ จึงจะทำการเปิดทางเข้าของเหรียญสู่เซนเซอร์ดังแสดงในรูปที่ 3.1

วงจรควบคุมทางเข้าของเหรียญ เซนเซอร์จะทำการยิงแสงเข้าไปกระทบที่ตัวเหรียญและวัดค่าแสงที่สะท้อนกลับมา เมื่อเซนเซอร์นั้นสามารถตรวจพบเหรียญได้แล้วจะส่งสัญญานไปให้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการสั่งให้เซอร์โวมอเตอร์นั้นทำงาน

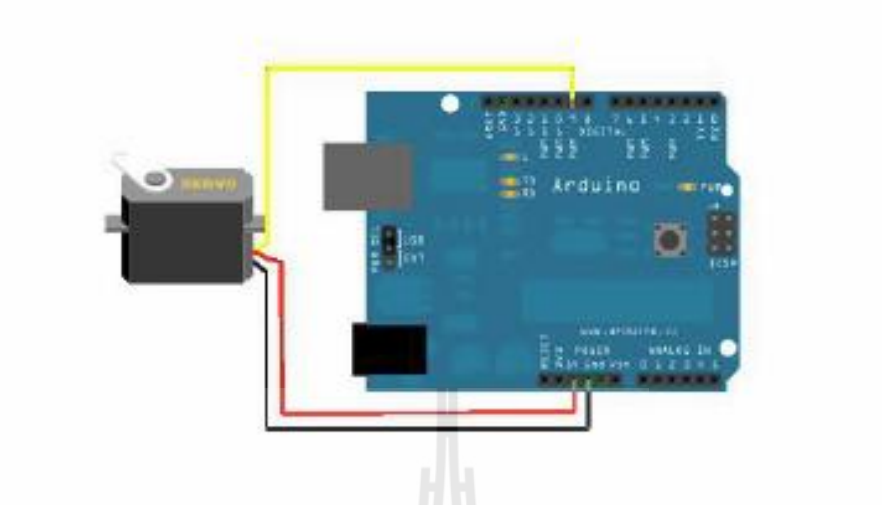
3.4 วงจรตรวจสอบคุณภาพของเหรียญ



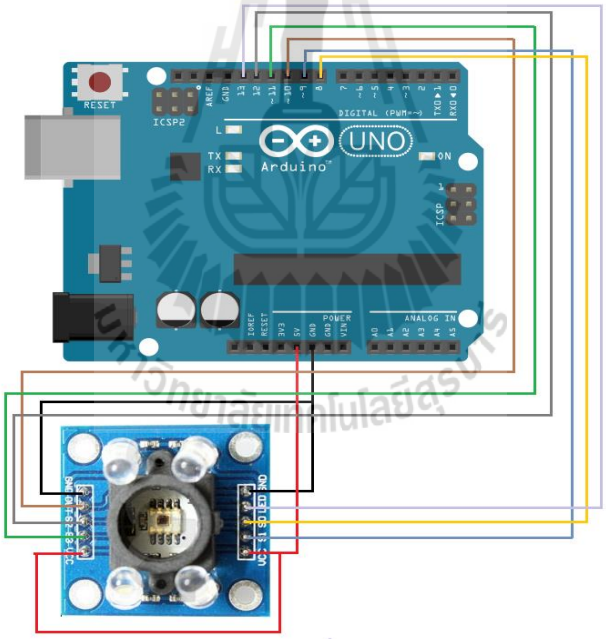
รูปที่ 3.2 แผนภาพไดอะแกรมของวงจรตวจสอบคุณภาพเหรียญ

วงจรตวรจสอบคุณภาพเหรียญเป็นวงจรที่อยู่บริเวณส่วนภายในของอุปกรณ์ทำหน้าที่ตรวจสอบสถานะและคุณภาพของเหรียญ โดยเมื่อมีเหรียญเข้ามาในระยะตรวจจับของเซนเซอร์ เซนเซอร์ทั้งสองด้านจะยิงแสงจากหลอด LED ที่อยู่รอบๆ เซนเซอร์ไปตกกระทบที่ตัวเหรียญและวัดค่าแสงที่สะท้อนกลับมายังเซนเซอร์ จากนั้นจะส่งค่าที่วัดได้ไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการประมวลผล แล้วไปสั่งการเซอร์โวมอเตอร์นั้นทำงาน ถ้าค่าที่วัดได้เป็นเหรียญที่ไม่ได้คุณภาพหรือเหรียญดำ เซอร์โวมอเตอร์จะยกขึ้นและเหรียญจะตกลงสู่ช่องคืนเหรียญให้กับผู้ใช้งาน แต่ถ้าค่าที่วัดได้เป็นเหรียญที่มีคุณภาพดีสามารถใช้งานได้ เซอร์โวมอเตอร์จะเคลื่อนลงไปปิดช่องที่เหรียญจะตกลงไปยังช่องคืนเหรียญ ทำให้เหรียญที่ได้คุณภาพผ่านเข้าไปสู่เครื่องนับจำนวนเหรียญทันที ดังแสดงใน รูปที่ 3.2

3.4.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆฉายในอุปกรณ์คัดแยกเหรียญเก่า-ใหม่



รูปที่ 3.3 การเชื่อมต่อเซอร์โวมอเตอร์กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.4 การเชื่อมต่อเซอเซอร์วัดค่าแสง RGB กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

รูปที่ 3.3 และ 3.4 แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กับเซอร์โวมอเตอร์ และบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กับเซนเซอร์วัดค่าแสง RGB

โดยสามารถสรุปการเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้ดังนี้

เซอร์โวมอเตอร์ต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

- เชื่อมต่อสาย Power (สีแดง) เข้ากับ ขาไฟเลี้ยง 5 V ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์
- เชื่อมต่อสาย GND (สีดำ) เข้ากับ ขา GND ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์
- เชื่อมต่อสาย Signal (สีขาว) เข้ากับ ขาดิจิตอลหมายเลข 8 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

เซนเซอร์วัดค่าแสง RGB ต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

- ขา Vcc ของเซนเซอร์ ต่อกับ ขาแรงดัน 5v ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์
- ขา Gnd ของเซนเซอร์ ต่อกับ ขา Gnd ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์
- ขา s0 ของเซนเซอร์ ต่อกับ ขาแรงดัน 5v ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์
- ขา s1 ของเซนเซอร์ ต่อกับ ขาแรงดัน 5v ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์
- ขา s2 ของเซนเซอร์ ต่อกับ ขาดิจิตอลหมายเลข 12 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์
- ขา s3 ของเซนเซอร์ ต่อกับ ขาดิจิตอลหมายเลข 13 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์
- ขา OUT ของเซนเซอร์ ต่อกับ ขาดิจิตอลหมายเลข 5 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์
- ขา LED ของเซนเซอร์ ต่อกับ ขาดิจิตอลหมายเลข 7 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.4.2 โค๊ตโปรแกรมสำหรับวงจรตรวจสอบคุณภาพของเหรียญ

```
#include <Servo.h>
/*โมดูล Color -> Arduino Uno

s0 -> 3
s1 -> 4
s2 -> 5
s3 -> 6
LED -> 7
out -> 8
Vcc -> 5V
Gnd -> Gnd*/



//const int outputEnabled = 2; // write LOW to turn on Note, may not be hooked up.
const int s0 = 3; // sensor pins
const int s1 = 4;
const int s2 = 5;
const int s3 = 6;
//const int nLED = 7; // illuminating LED
const int out = 8; // TCS230 output

//const int 1outputEnabled = 2; // write LOW to turn on Note, may not be hooked up.
const int s02 = A3; // sensor pins
const int s12 = A2;
const int s22 = A1;
const int s32 = A0;
//const int 1nLED = 7; // illuminating LED
const int out2 = 2; // TCS230 output
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
// variables to store color values
int red = 0;
int green = 0;
int blue = 0;
int gry=0;
// variables to store color values
int red2 = 0;
int green2 = 0;
int blue2 = 0;
int gry2 = 0;

int avg=0,avg1=0,avg2=0,avg3=0,avg4=0,stcoin=0;
Servo myservo,myservo1;  // create servo object to control a servo
void setup() {
myservo.attach(9);
myservo1.attach(10);
myservo.write(47);
myservo1.write(120);
//pinMode(outputEnabled, OUTPUT);
pinMode(s0, OUTPUT);
pinMode(s1, OUTPUT);
pinMode(s2, OUTPUT);
pinMode(s3, OUTPUT);
//pinMode(nLED, OUTPUT);
pinMode(out, INPUT);

//pinMode(1outputEnabled, OUTPUT);
pinMode(s02, OUTPUT);
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
pinMode(s12, OUTPUT);
pinMode(s22, OUTPUT);
pinMode(s32, OUTPUT);
//pinMode(nLED2, OUTPUT);
pinMode(out2, INPUT);

Serial.begin(9600);
//This pin may be set to ground and not available on the breakout
//If not available don't worry about it.
//digitalWrite(outputEnabled, LOW);
//Set Frequency scaling to largest value
digitalWrite(s0, HIGH);
digitalWrite(s1, HIGH);
digitalWrite(s02, HIGH);
digitalWrite(s12, HIGH);
//digitalWrite(nLED, LOW);
delay(1000);
}

void loop() {
 // myservo.write(0);//pass
//  myservo.write(47);//stop
//  myservo.write(70);//no pass
 // myservo1.write(160);//pass
//  myservo1.write(90);//stop
myservo.write(47);//stop
myservo1.write(120);//pass
delay(200);
color();
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
gry=(red+green+blue)/3;
color1();
gry2=(red2+green2+blue2)/3;

avg=0;
if(red>=28){avg+=1;}
if(green>=16){avg+=1;}
if(blue>=8){avg+=1;}

if(avg>=2){Serial.print(" COIN ");
avg=0;
myservo1.write(65);//stop
delay(200);
stcoin=0;
while(stcoin==0){
color();
gry=(red+green+blue)/3;
color1();
gry2=(red2+green2+blue2)/3;

Serial.println(gry, DEC);
Serial.println(gry2, DEC);
if(gry<19){Serial.print("  OK  ");
avg1+=1;
if(avg1>3){avg1=0;avg2=0;avg4=0;avg3=0;}
avg3=0;
}else{Serial.print("  NO OK  ");
avg3+=1;
if(avg3>3){avg3=0;avg2=0;avg4=0;avg1=0;}
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

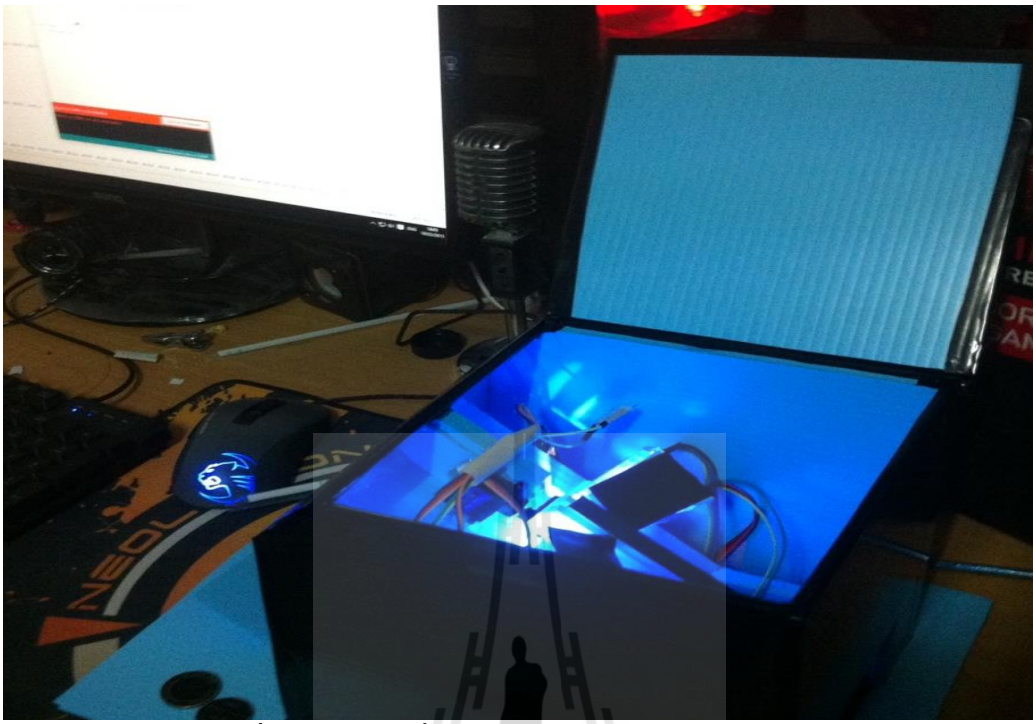
```
avg1=0;
}
if(gry2<19){Serial.println("  OK  ");
avg2+=1;
if(avg2>3){avg2=0;avg1=0;avg3=0;avg4=0;}
avg4=0;
}else{Serial.println("  NO OK  ");
avg4+=1;
if(avg4>3){avg4=0;avg1=0;avg3=0;avg2=0;}
avg2=0;
}
if(avg1>=2 && avg2>=2){//passall
  Serial.print("                    pass ");
  avg1=0;avg2=0;avg3=0;avg4=0;
myservo.write(0);//pass
delay(500);
myservo.write(47);//stop
delay(200);
stcoin=1;
}
if(avg3>=2 || avg4>=2){//no passall
    Serial.print("              not   pass ");
    avg1=0;avg2=0;avg3=0;avg4=0;
myservo.write(70);//no pass
delay(200);
myservo.write(47);//stop
delay(200);
stcoin=1;
}
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
delay(500);
}
}

if(avg<=1){Serial.print(" NCOIN ");}
/*
Serial.print(red, DEC);
Serial.print(" ");
Serial.print(green, DEC);
Serial.print(" ");
Serial.println(blue, DEC);
Serial.print(red2, DEC);
Serial.print(" ");
Serial.print(green2, DEC);
Serial.print(" ");
Serial.println(blue2, DEC);*/
//if(gry<18){Serial.print("  OK  ");}else{Serial.print("  NO OK  ");}
//Serial.print(gry, DEC);
//if(gry<18){Serial.print("  OK  ");}else{Serial.print("  NO OK  ");}
//Serial.print(gry2, DEC);
//if(gry2<18){Serial.println("  OK  ");}else{Serial.println("  NO OK  ");}
//Simple logic to test for color
/*if (red < blue && red < green) Serial.println("Red");
else if (blue < red && blue < green) Serial.println("blue");
else Serial.println("green");
*/
delay(300);
}
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
void color() {
//digitalWrite(nLED,1);
digitalWrite(s2, LOW);
digitalWrite(s3, LOW);
// count OUT, pRed, RED
red = pulseIn(out, digitalRead(out) == HIGH ? LOW : HIGH);
digitalWrite(s3, HIGH);
//count OUT, pBLUE, BLUE
blue = pulseIn(out, digitalRead(out) == HIGH ? LOW : HIGH);
digitalWrite(s2, HIGH);
// count OUT, pGreen, GREEN
green = pulseIn(out, digitalRead(out) == HIGH ? LOW : HIGH);
//digitalWrite(nLED,0);
}
void color1() {
//digitalWrite(nLED2,1);
digitalWrite(s22, LOW);
digitalWrite(s32, LOW);
// count OUT, pRed, RED
red2 = pulseIn(out2, digitalRead(out2) == HIGH ? LOW : HIGH);
digitalWrite(s32, HIGH);
//count OUT, pBLUE, BLUE
blue2 = pulseIn(out2, digitalRead(out2) == HIGH ? LOW : HIGH);
digitalWrite(s22, HIGH);
// count OUT, pGreen, GREEN
green2 = pulseIn(out2, digitalRead(out2) == HIGH ? LOW : HIGH);
//digitalWrite(nLED2,0);
}
```



รูปที่ 3.5 อุปกรณ์เมื่อนำทุกอย่างมาประกอบเข้าด้วยกัน

3.5 สรุป

ในบทนี้ได้กล่าวถึงการการออกแบบอุปกรณ์คัดแยกเหรียญเก่า-ใหม่ เมื่อทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์แต่ละอุปกรณ์เข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 3.5 แล้วอุปกรณ์ทุกชิ้นสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไปจะเป็นการทดสอบอุปกรณ์คัดแยกเหรียญเก่า-ใหม่ ซึ่งจะแสดงในบทที่ 4

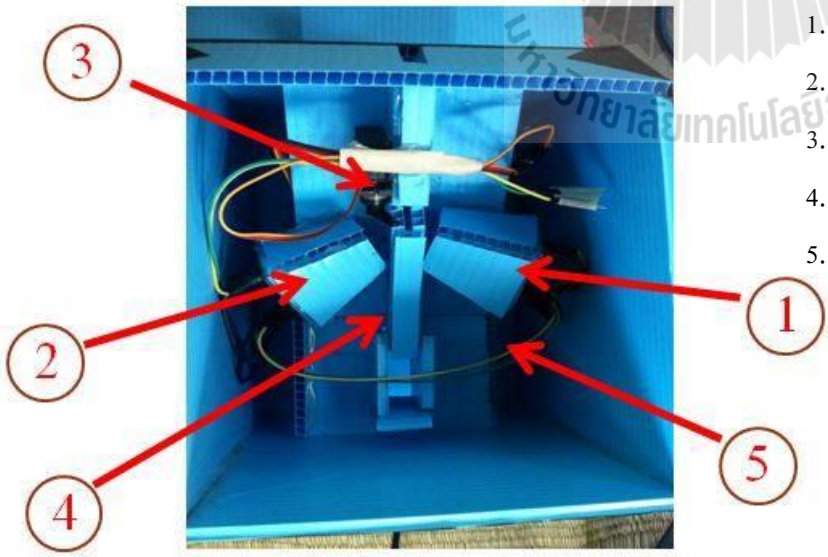
บทที่ 4
ผลการทดสอบ

4.1 บทนำ

เนื้อหาในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงการอธิบายโครงสร้างของอุปกรณ์คัดแยกเหรียญเก่า-ใหม่และระบบการทำงานภายในวงจรแบบคร่าวๆ โดยจะเริ่มขึ้นที่บริเวณทางด้านหน้าของอุปกรณ์ ซึ่งมีวงจรควบคุมการเข้า-ออกของเหรียญและจะมีการทำงานก็ต่อเมื่อเซนเซอร์นั้นได้ทำการตรวจจับเหรียญได้ นั่นก็คือ เซอร์โวมอเตอร์ตัวที่ 1 จะทำการปิดกั้นทางเข้าของเหรียญที่จะเข้าไปยังระยะของเซนเซอร์ เพื่อให้เซนเซอร์ตรวจสอบเหรียญแรกนั้นทำการตวรจสอบคุณภาพของเหรียญจนเรียบร้อยแล้วจึงจะเปิดให้เหรียญต่อไปเข้ามายังระยะของเซนเซอร์ การทำงานของตัวอุปกรณ์คือถ้าเป็นเหรียญที่ไม่ได้คุณภาพหรือเหรียญดำ มอเตอร์เซอร์โวตัวที่ 2 จะยกขึ้นปล่อยให้เหรียญตกไปยังช่องคืนเหรียญ แต่ถ้าเป็นเหรียญปกติหรือเหรียญที่ได้คุณภาพมอเตอร์เซอร์โวตัวที่ 2 จะปรับลดระดับลง ทำให้เหรียญจะถูกส่งไปยังเครื่องนับต่อไป

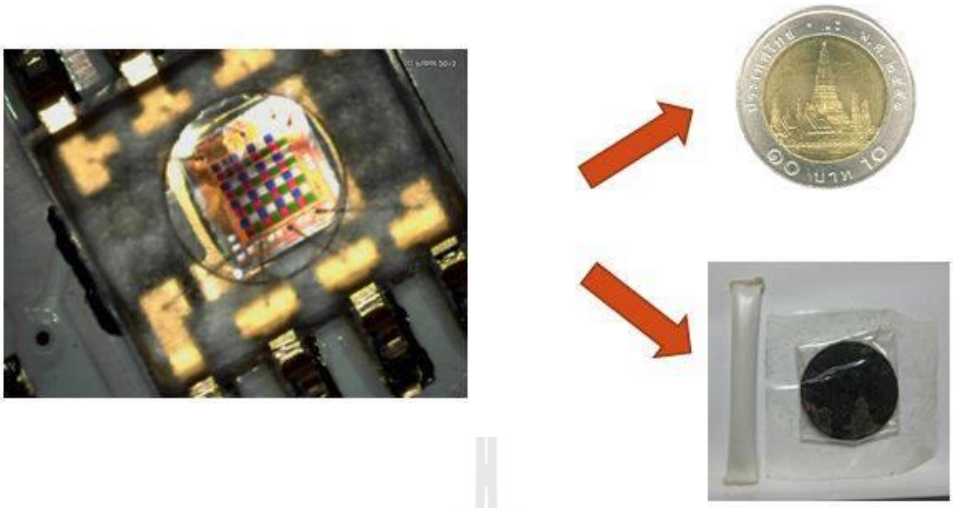
4.2 การทดสอบชิ้นงาน

รูปที่ 4.1 แสดงส่วนประกอบต่างๆภายในอุปกรณ์คัดแยกเหรียญเก่า-ใหม่ และรูปที่ 4.2 แสดงหน้าตาของเซนเซอร์ที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเหรียญ



1. เซนเซอร์วัดค่าแสง RGB ตัวที่ 1
2. เซนเซอร์วัดค่าแสง RGB ตัวที่ 2
3. เซอร์โวมอเตอร์ ตัวที่ 1
4. เซอร์โวมอเตอร์ ตัวที่ 2
5. บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

รูปที่ 4.1 อุปกรณ์คัดแยกเหรียญ เก่า-ใหม่ พร้อมอุปกรณ์ทดสอบ



รูปที่ 4.2 เซนเซอร์ตรวจสอบคุณภาพเหรียญเก่า-ใหม่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.2.1 ผลการทดสอบการตรวจจับของเซนเซอร์สำหรับวงจรควบคุมทางเข้าของเหรียญ

ตาราง 4.1.1 ผลการทดการตรวจจับของเซนเซอร์ ตัวที่ 1 สำหรับวงจรควบคุมทางเข้าของเหรียญ กรณีไม่มีเหรียญเข้ามายังระยะตรวจจับของเซนเซอร์

ครั้งที่	ค่าเฉลี่ย RGB	แผงกั้นของมอเตอร์ตัวที่ 1
1	17	เปิด
2	17	เปิด
3	17	เปิด
4	17	เปิด
5	17	เปิด
6	17	เปิด
7	17	เปิด
8	17	เปิด
9	17	เปิด
10	17	เปิด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ค่าเฉลี่ย RGB ที่เซนเซอร์ตัวที่ 1 วัดได้ อยู่ที่ 17 และเซอร์โวมอเตอร์ตัวที่ 1 ทำงานได้อย่างถูกต้องทุกครั้งที่ทำการทดสอบ

ตาราง 4.1.2 ผลการทดการตรวจจับของเซนเซอร์สำหรับวงจรควบคุมทางเข้าของเหรียญ กรณีมีเหรียญดีเข้ามายังระยะตรวจจับของเซนเซอร์ทั้ง 2 ในการทดสอบวงจรควบคุมทางเข้าของเหรียญ

ครั้งที่	ค่าเฉลี่ย RGB		แผงกั้นของมอเตอร์ตัวที่ 1
	เซนเซอร์ ตัวที่ 1	เซนเซอร์ ตัวที่ 2	
1	19	19	ปิด
2	19	19	ปิด
3	19	19	ปิด
4	19	19	ปิด
5	19	19	ปิด
6	19	19	ปิด
7	19	19	ปิด
8	19	19	ปิด
9	19	19	ปิด
10	19	19	ปิด

ค่าเฉลี่ย RGB ที่เซนเซอร์ตัวที่ 1 และตัวที่ 2 วัดได้ อยู่ที่ 19 และเซอร์โวมอเตอร์ตัวที่ 1 ทำงานได้อย่างถูกต้องทุกครั้งที่ทำการทดสอบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตาราง 4.1.3 ผลการทดการตรวจจับของเซนเซอร์สำหรับวงจรควบคุมทางเข้าของเหรียญ กรณีมีเหรียญดำเข้ามายังระยะตรวจจับของเซนเซอร์ทั้ง 2 ในการทดสอบวงจรควบคุมทางเข้าของเหรียญ

ครั้งที่	ค่าเฉลี่ย RGB		แผงกั้นของมอเตอร์ตัวที่ 1
	เซนเซอร์ ตัวที่ 1	เซนเซอร์ ตัวที่ 2	
1	20	19	ปิด
2	21	19	ปิด
3	21	19	ปิด
4	21	19	ปิด
5	20	19	ปิด
6	20	19	ปิด
7	21	19	ปิด
8	20	19	ปิด
9	20	19	ปิด
10	20	19	ปิด

ค่าเฉลี่ย RGB ที่เซนเซอร์ตัวที่1 วัดได้ 20-21 และตัวที่ 2 วัดได้ 19 และเซอร์โวมอเตอร์ตัวที่ 1 ทำงานได้อย่างถูกต้องทุกครั้งที่ทำการทดสอบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.2.3 ผลการทดสอบการคัดแยกคุณภาพเหรียญเก่า-ใหม่

ตาราง 4.2.1 ตารางผลการทดสอบเมื่อหยอดเหรียญเข้าไปยังอุปกรณ์คัดแยกเหรียญเก่า-ใหม่ กรณีที่มีเหรียญดีเข้ามายังตัวอุปกรณ์

ครั้งที่	ค่าเฉลี่ย RGB		แผงกั้นของมอเตอร์ตัวที่ 2
	เซนเซอร์ ตัวที่ 1	เซนเซอร์ ตัวที่ 2	
1	19	19	ปิด
2	19	19	ปิด
3	19	19	ปิด
4	19	19	ปิด
5	19	19	ปิด
6	19	19	ปิด
7	19	19	ปิด
8	19	19	ปิด
9	19	19	ปิด
10	19	19	ปิด

หมายเหตุ : ปิดหมายถึงแผงกั้นเหรียญปิดลงเพื่อให้เหรียญผ่านไปยังเครื่องนับเหรียญต่อไป

ค่าเฉลี่ย RGB ที่เซนเซอร์ตัวที่ 1 และตัวที่ 2 วัดได้ 19 และเซอร์โวมอเตอร์ตัวที่ 2 ทำงานได้อย่างถูกต้องทุกครั้งที่ทำการทดสอบ

ตาราง 4.2.2 ตารางผลการทดสอบเมื่อหยอดเหรียญเข้าไปยังอุปกรณ์คัดแยกเหรียญเก่า-ใหม่ กรณีที่มีเหรียญดำซึ่งดำเพียงด้านเดียวหรือเหรียญที่ไม่ได้คุณภาพ เข้ามายังตัวอุปกรณ์ทางฝั่งเซนเซอร์ตัวที่ 1

ครั้งที่	ค่าเฉลี่ย RGB		แผงกั้นของมอเตอร์ตัวที่ 2
	เซนเซอร์ ตัวที่ 1	เซนเซอร์ ตัวที่ 2	
1	20	19	เปิด
2	20	19	เปิด
3	21	19	เปิด
4	20	19	เปิด
5	20	19	เปิด
6	20	19	เปิด
7	21	19	เปิด
8	21	19	เปิด
9	20	19	เปิด
10	20	19	เปิด

หมายเหตุ : เปิดหมายถึงแผงกั้นเหรียญเปิดขึ้นเพื่อให้เหรียญตกลงไปยังช่องคืนเหรียญต่อไป

ค่าเฉลี่ย RGB ที่เซนเซอร์ตัวที่ 1วัดได้ 20-21 และตัวที่ 2 วัดได้ 19 และเซอร์โวมอเตอร์ตัวที่ 2 ทำงานได้อย่างถูกต้องทุกครั้งที่ทำการทดสอบ

ตาราง 4.2.3 ตารางผลการทดสอบเมื่อหยอดเหรียญเข้าไปยังอุปกรณ์คัดแยกเหรียญเก่า-ใหม่ กรณีที่มีเหรียญดำซึ่งดำเพียงด้านเดียวหรือเหรียญที่ไม่ได้คุณภาพ เข้ามายังตัวอุปกรณ์ทางฝั่งเซนเซอร์ตัวที่ 2

ครั้งที่	ค่าเฉลี่ย RGB		แผงกั้นของมอเตอร์ตัวที่ 2
	เซนเซอร์ ตัวที่ 1	เซนเซอร์ ตัวที่ 2	
1	19	21	เปิด
2	19	21	เปิด
3	19	21	เปิด
4	19	20	เปิด
5	19	21	เปิด
6	19	20	เปิด
7	19	20	เปิด
8	19	21	เปิด
9	19	21	เปิด
10	19	20	เปิด

หมายเหตุ : เปิดหมายถึงแผงกั้นเหรียญเปิดขึ้นเพื่อให้เหรียญตกลงไปยังช่องคืนเหรียญต่อไป

ค่าเฉลี่ย RGB ที่เซนเซอร์ตัวที่ 1 วัดได้ 19 และตัวที่ 2 อ่านได้ 20-21 และเซอร์โวมอเตอร์ตัวที่ 2 ทำงานได้อย่างถูกต้องทุกครั้งที่ทำการทดสอบ

ตาราง 4.2.4 ตารางผลการทดสอบเมื่อหยอดเหรียญเข้าไปยังอุปกรณ์คัดแยกเหรียญเก่า-ใหม่ กรณีที่มีเหรียญดำซึ่งดำทั้งสองด้านหรือเหรียญที่ไม่ได้คุณภาพ เข้ามายังตัวอุปกรณ์

ครั้งที่	ค่าเฉลี่ย RGB		แผงกั้นของมอเตอร์ตัวที่ 2
	เซนเซอร์ ตัวที่ 1	เซนเซอร์ ตัวที่ 2	
1	21	21	เปิด
2	20	20	เปิด
3	20	21	เปิด
4	21	20	เปิด
5	21	21	เปิด
6	20	20	เปิด
7	21	20	เปิด
8	20	21	เปิด
9	20	21	เปิด
10	21	20	เปิด

หมายเหตุ : เปิดหมายถึงแผงกั้นเหรียญเปิดขึ้นเพื่อให้เหรียญตกลงไปยังช่องคืนเหรียญต่อไป

ค่าเฉลี่ย RGB ที่เซนเซอร์ตัวที่ 1 และตัวที่ 2 วัดได้ 20-21และเซอร์โวมอเตอร์ตัวที่ 2 ทำงานได้อย่างถูกต้องทุกครั้งที่ทำการทดสอบ

4.3 วิเคราะห์ผลการทดลอง

บริเวณภายในของตัวอุปกรณ์คัดแยกเหรียญ เก่า-ใหม่ จะมีวงจรคัดแยกเหรียญ ซึ่งจะใช้เซนเซอร์วัดค่าแสง RGB ซึ่งค่าที่นำมาใช้เป็นเกณฑ์ จะใช้ผลเฉลี่ย จากค่า RGB ที่วัดได้โดยมีหลักการดังต่อไปนี้

- ขณะที่ยังไม่มีเหรียญเข้ามายังระยะของเซนเซอร์ จะใช้ค่าเฉลี่ย RGB ของเซนเซอร์ตัวที่ 1 เพียงตัวเดียว ซึ่งจะอยู่ที่ 17 เซอร์โวมอเตอร์ตัวที่ 1 ที่ควบคุมทางเข้าของเหรียญจะยังไม่มีการทำงาน
- ขณะมีเหรียญเข้าไปยังระยะเซนเซอร์ ค่าเฉลี่ย RGB ของเหรียญที่ดีหรือเหรียญที่ได้คุณภาพ อยู่ระหว่าง 18-19 บอร์ดจะสั่งการให้เซอร์โวมอเตอร์ตัวที่ 1 ปิดแผงกั้นเพื่อปิดทางเข้าของเหรียญ และเซอร์โวมอเตอร์ตัวที่ 2 ขยับเข็มไปที่ 0 องศา ปิดแผงกั้นเหรียญจะผ่านไปยังเครื่องนับต่อไป หลังจากนั้นเซอร์โวมอเตอร์ตัวที่ 2 จะขยับกลับมาที่ 47 องศา และเซอร์โวมอเตอร์ตัวที่ 1เปิดแผงกั้น พร้อมที่จะรับเหรียญต่อไปที่จะเข้ามา
- ขณะมีเหรียญเข้าไปยังระยะเซนเซอร์ ค่าเฉลี่ย RGB ของเหรียญที่ดำหรือไม่ได้คุณภาพจะมีค่าตั้งแต่ 20 ขึ้นไปบอร์ดจะสั่งการให้เซอร์โวมอเตอร์ตัวที่ 1 ปิดแผงกั้นเพื่อปิดทางเข้าของเหรียญ และเซอร์โวมอเตอร์ตัวที่ 2 ขยับเข็มไปที่ 70 องศา เปิดแผงกั้นเหรียญจะตกลงสู่ช่องคืนเหรียญแก่ผู้ใช้ หลังจากนั้นเซอร์โวมอเตอร์ตัวที่ 2 จะขยับกลับมาที่ 47 องศาและเซอร์โวมอเตอร์ตัวที่ 1 เปิดแผงกั้นพร้อมที่จะรับเหรียญต่อไปที่จะเข้ามา

4.4 สรุป

จากผลการทดสอบวงจรควบคุมทางเข้าของเหรียญ ในตารางที่ 4.1 ก และ 4.1 ข และในส่วนของการทดสอบการคัดแยกคุณภาพของเหรียญเก่า-ใหม่ ในตารางที่ 4.2 ก , 4.2 ข และ 4.2 ค พบว่าเซนเซอร์สามารถแยกแยะได้อย่างถูกต้อง ในกรณีที่ยังไม่มีเหรียญเข้ามายังระยะตรวจจับของเซนเซอร์ แผงกั้นเหรียญจะไม่มีการทำงาน และเมื่อมีเหรียญเข้ามายังระยะตรวจจับของเซนเซอร์ แผงกั้นเหรียญจะปิดทางเข้าของเหรียญที่จะเข้ามายังรัยัตรวจจับของเซนเซอร์ตามที่กลุ่มผู้ทดสอบได้ทำการตั้งค่าไว้ และ เมื่อทำการทดการคัดแยกคุณภาพของเหรียญ เหรียญที่ได้คุณภาพอุปกรณ์จะประมวลผลให้ผ่าน และเมื่อใช้เหรียญดำหรือเหรียญที่ไม่ได้คุณภาพอุปกรณ์จะประมวลผลให้ไม่ผ่าน จึงสรุปได้ว่า วงจรที่ใช้ในการทดสอบสั้งสองวงจรนั้นสามารถทำได้ตามจุดประวงค์ที่กลุ่มผู้ทดสอบได้วางไว้

บทที่ 5
บทสรุปของโครงงาน

5.1 บทนำ

เนื้อหาในบทนี้เป็นการกล่าวถึงบทสรุปของโครงงานเรื่อง เครื่องคัดแยกเหรียญเก่าใหม่ซึ่งจะประกอบไปด้วย ปัญญหาในการดำเนินงานวิธีการแก้ไข และแนวทางในการพัฒนาโครงงานต่อไป

ซึ่งภายในเครื่องคัดแยกเหรียญนี้น จะมีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วนดังนี้

1. เซนเซอร์วัดแสง RGB
2. เซอร์โวมอเตอร์
3. Board Arduino uno R3

บทสรุปของโครงงาน เรื่อง เครื่องคัดแยกเหรียญเก่า-ใหม่ จากการทดลองระบบการทำงานของเครื่องคัดแยกเหรียญเก่าใหม่จะเห็นได้ว่าสามารถทำงานได้ตามจุดประสงค์ที่กลุ่มผู้ทดสอบได้วางไว้ สามารถตรวจสอบการทำงานของเครื่องคัดแยกเหรียญเก่า-ใหม่ ได้ ดังนั้น วงจรที่ใช้ในการทดสอบทั้งสองวงจรนั้นสามารถทำได้ตามจุดประสงค์ที่กลุ่มผู้ทดสอบได้วางไว้และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับระบบต่างๆได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการทดลอง เซนเซอร์วัดค่าแสง RGB จะปัญหาการเกิด Interference (การรบกวนกันของสัญญาณ) เนื่องจากเป็นเซนเซอร์ชนิดเดียวกันจึงมีความถี่ใกล้เคียงกันทำให้เกิดปัญหาการรบกวน กันของเซนเซอร์ข้างเคียงซึ่งสามารถแก้ปัญหาได้ดังกล่าว ดังนี้

1. เอียงเซนเซอร์ 2 ตัวทำมุมไม่ให้หน้าเซนเซอร์มาตรงกัน
2. เราต้องทำจำกัดแสงภายนอกให้ได้มากที่สุด เพื่อลดการคลาดเคลื่อนของค่าที่วัดได้

5.3 แนวทางการพัฒนา

โครงงานชิ้น นี้เป็นต้นแบบการตรวจสอบสถานะของเครื่องคัดแยกเหรียญเก่าใหม่ ซึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบต่างๆได้เช่น เครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ ตู้กรอกน้ำาหยอดเหรีญ ตู้เติมเงินออนไลน์ เป็นต้น

ประวัติผู้เขียน

นายคเณศ เขจรวงศ์
เกิดเมื่อวันที่ 15 ตุลาคม พ.ศ.2535
ภูมิลำเนาอยู่บ้านเลขที่ 133 หมู่ 8 ตำบลจรเข้สามพัน อำเภออู่ทอง
จังหวัดสุพรรณบุรี 72160
จบการศึกษามัธยมศึกษาจากโรงเรียนห้วยกระเจาพิทยาคม
ปีการศึกษา 2553
ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ชั้นปี ที่ 4
สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
จังหวัดนครราชสีมา

นายเทียนชัย ชาติชัยภูมิ
เกิดเมื่อวันที่ 7 เมษายน พ.ศ.2535
ภูมิลำเนาอยู่บ้านเลขที่ 9 หมู่ 10 ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง
จังหวัดนครราชสีมา 30000
จบการศึกษามัธยมศึกษาจากโรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ชั้นปี ที่ 4
สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
จังหวัดนครราชสีมา

นายทศพล พันธุ์จันทร์
เกิดเมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ.2535
ภูมิลำเนาอยู่บ้านเลขที่20000 หมู่ 200 ตำบลดอนคา อำเภออู่ทอง
จังหวัดสุพรรณบุรี 72160
จบการศึกษามัธยมศึกษาจากโรงเรียนดอนคาวิทยา
ปี การศึกษา 2553
ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ชั้นปี ที่ 4
สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
จังหวัดนครราชสีมา

ภาคผนวก

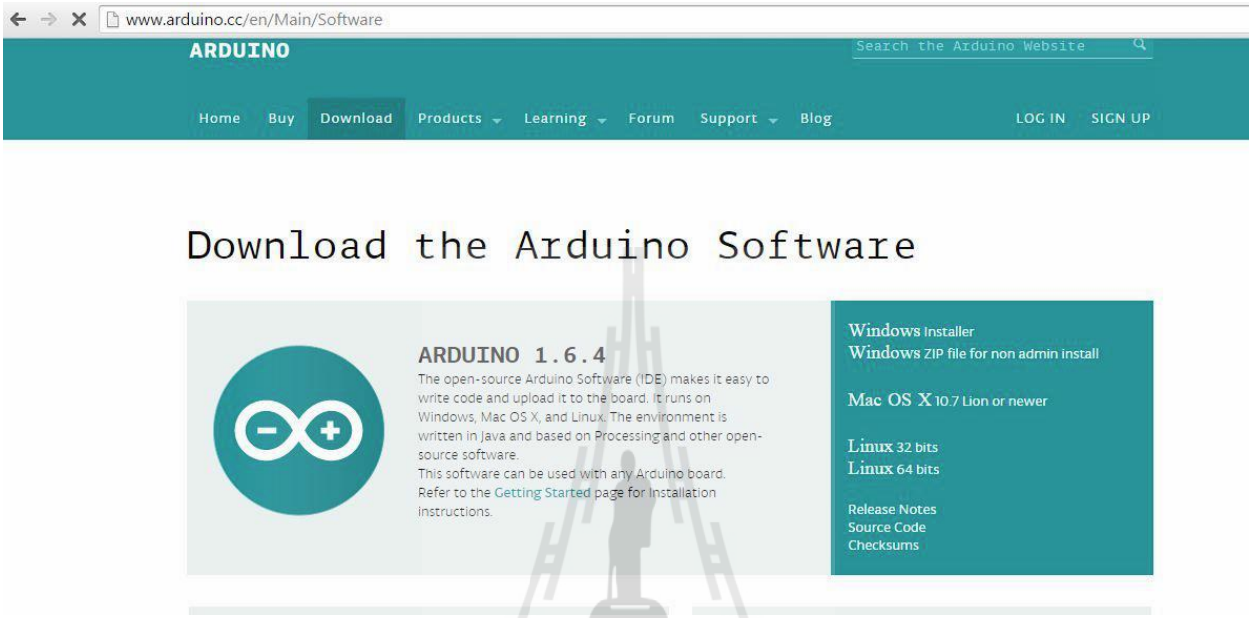
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

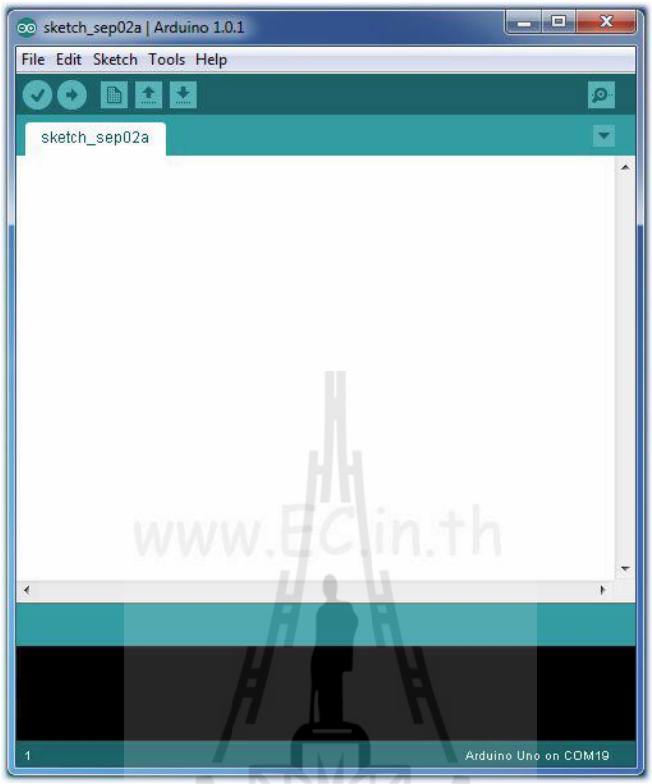
การใช้งานโปรแกรม Arduino IDE

1. ทำการดาวน์โหลดโปรแกรม Arduino IDE ที่ลิงค์ http://arduino.cc/en/Main/Softwareและทำการติดตั้งโปรแกรม

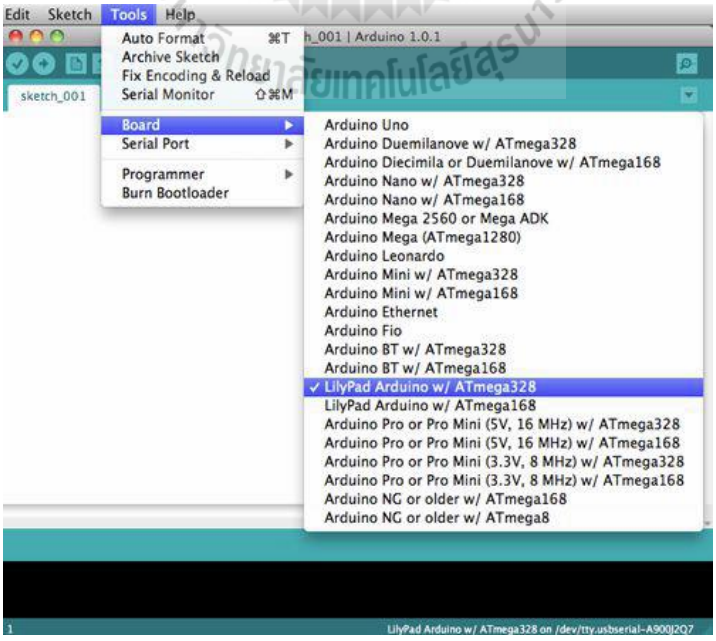


2. คลิกที่ไอคอนของโปรแกรม Arduino IDE ดังรูป

3. เมื่อเปิดโปรแกรมแล้วจะพบกับหน้าต่างของ IDE ดังรูป



4. ไปที่ Tools->Board แล้วเลือกให้ตรงกับบอร์ดที่ใช้งาน โดยเลือกตามชื่อบอร์ดที่เราต้องการ



5. เขียนโปรแกรมดังข้อความด้านล่างนี้

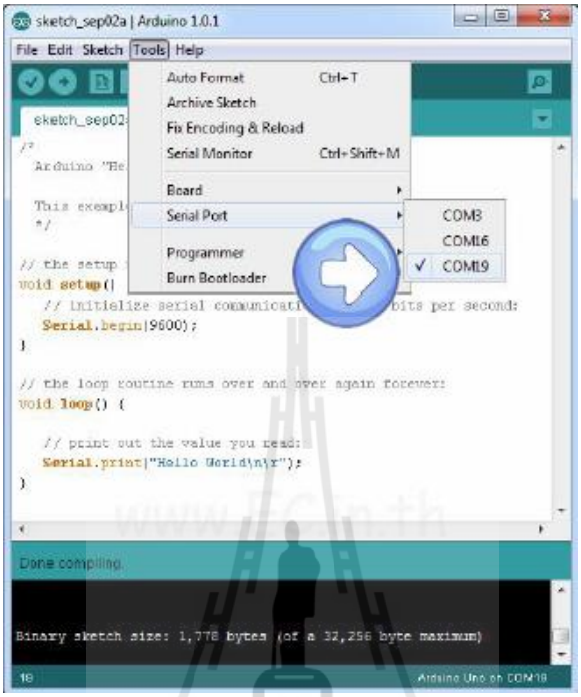
```
// include the library code:
#include <LiquidCrystal.h>

// initialize the library with the numbers of the interface pins
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

void setup() {
  // set up the LCD's number of columns and rows:
  lcd.begin(16, 2);
  // Print a message to the LCD.
  lcd.print("hello, world!");
}

void loop() {
  // set the cursor to column 0, line 1
  // (note: line 1 is the second row, since counting begins with 0):
  lcd.setCursor(0, 1);
  // print the number of seconds since reset:
  lcd.print(millis() / 1000);
}
```

6. จากนั้นคอมไฟล์โปรแกรมโดยไปที่ Sketch->Verify / Compile

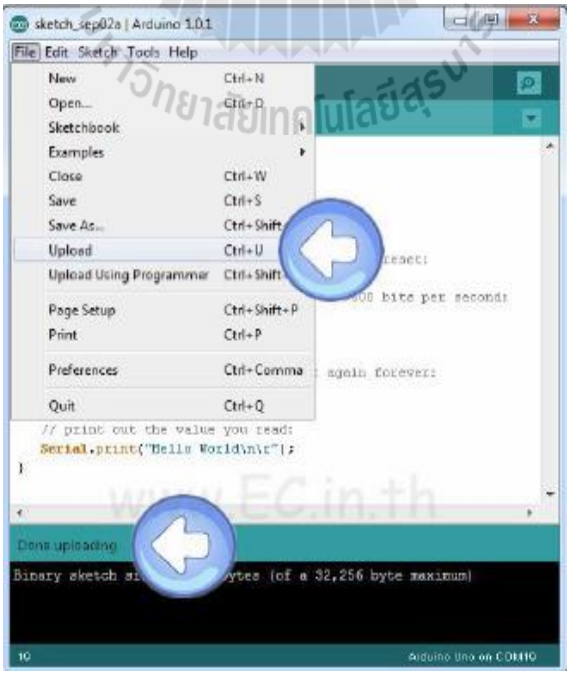
7. เมื่อคอมไฟล์เรียบร้อยจะมีข้อความปรากฏดังรูป

8.ทำการเชื่อมต่อบอร์ด Arduino ที่เราใช้งานเข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ต USB

9. จากนั้นให้ไปที่ Tools->Serial Port และเลือกให้ตรงกับบอร์ด Arduino ที่เราใช้งาน (สำหรับบอร์ด Arduino ของเราโปรแกรมจะเลือกให้อัตโนมัติ)

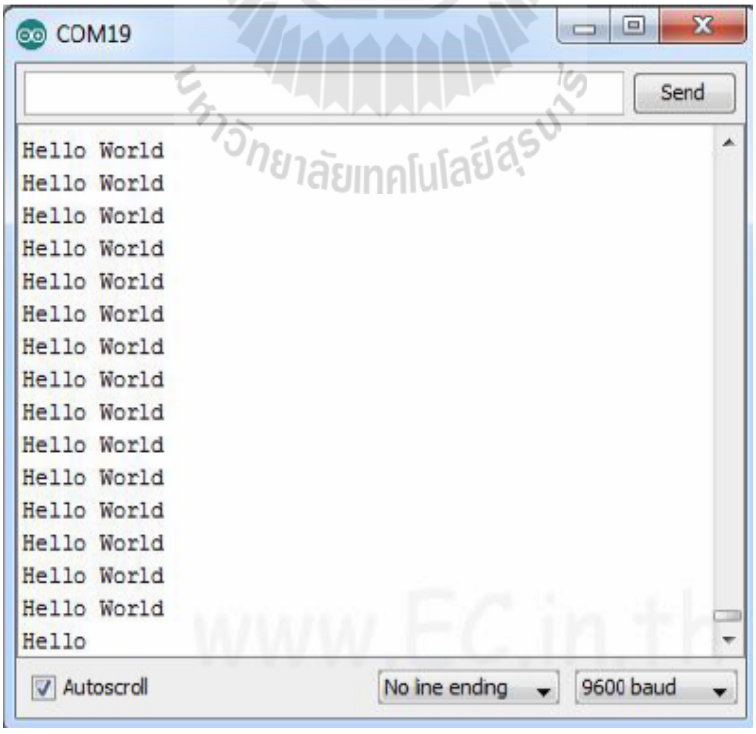


10. โหลดโปรแกรมเข้าบอร์ด Arduino ที่เราใช้งานโดยไปที่ File->Upload



11. จากนั้นเปิด Serial Monitor ของ Arduino IDE โดยไปที่ Tools->Serial Monitor

12. เมื่อเปิด Serial Monitor จะได้ข้อความดังรูป



วิธีควบคุม Servo Motor ด้วย Arduino

Arduino มีไลบรารี่สำหรับสั่งงาน RC Servo Motor มาให้ใช้งานอยู่แล้วเป็นฟังก์ชั่นสำเร็จรูปและใช้งานได้ง่าย ในหน้าเว็บไซต์ http://arduino.cc/en/reference/servo ได้ให้ข้อมูลไว้ว่าServo Library ของ Arduino สามารถสั่งงาน RC Servo Motor ได้ทั□งแบบหมุนไป-กลับได้ 0-180องศา (ที่กล่าวถึงตามตัวอย่างข้างต้น) และแบบต่อเนื่องที่หมุนครบรอบได้เรียกว่าเป็น ContinuousRotation Servo (ซึ่งในช่วงท้ายบทความจะกล่าวถึงเพิ่มเติม) โดยสามารถรองรับการเชื่อมต่อ RCServo Motor ได้ถึง 12 ตัวกับบอร์ด Arduino UNO และรองรับสูงสุดถึง 48 ตัวหากใช้บอร์ดArduino Mega

ฟังก์ชั่นภายใน Servo Library

- attach()
- write()
- writeMicroseconds()
- read()
- attached()
- detach()
- attach()

Description

คือฟังก์ชั่น ที่ใช้ในการกำหนดขาสัญญาณที่ Servo Motor ต่อกับ Arduino และกำหนดความกว้างของพัลซ์ที่ 0 องศาและ 180 องศา

Syntax

Servo.attach(pin)

Servo.attach(pin,min,max)

Parameters

Pin: คือ ขาสัญญาณของ Arduino ที่ใช้เชื่อมต่อกับ Servo Motor

Min: คือ ความกว้างของพัลส์ที่ 0 องศาของ Servo ตัวที่ใช้ในหน่วยไมโครวินาที (us) โดยปกติแล้วหากไม่มี การตั้งค่าโปรแกรมจะกำหนดค่าไว้ที่ 544 us

Max: คือ ความกว้างของพัลส์ที่ 180 องศาของ Servo ตัวที่ใช้ในหน่วยไมโครวินาที (us) โดยปกติแล้วหากไม่มีการตั้งค่าโปรแกรมจะกำหนดค่าไว้ที่ 2400 us

Write()

Description

คือฟังก์ชัน ที่ใช้ควบคุมตำแหน่งที่ต้องการให้ Servo Motor หมุนไปยังองศาที่กำหนดสามารถกำหนดเป็นค่าองศาได้เลย คือ 0-180 องศา แต่ใน Servo Motor ที่เป็น Full Rotation คำสั่ง write จะเป็นการกำหนดความเร็วในการหมุน โดย

ค่าเท่ากับ 90 คือคำสั่งให้ Servo Motor หยุดหมุน

ค่าเท่ากับ 0 คือการหมุนด้วยความเร็วสูงสุดในทิศทางหนึ่ง

ค่าเท่ากับ 180 คือการหมุนด้วยความเร็วสูงสุดในทิศทางตรงกันข้าม

Syntax

servo.write(angle)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Parameters

Angle: คือมุมที่ต้องการให้ RC Servo Motor แบบ 0-180 องศาหมุนไป แต่หากเป็น RC Servo Motor แบบ Full Rotation ค่า Angle คือ การกำหนดความเร็วและทิศทางในการหมุน

writeMicroseconds()

Description

คือฟังก์ชัน ที่ใช้ควบคุมตำแหน่งที่ให้ Servo Motor หมุนไปยังตำแหน่งองศาที่กำหนดโดยกำหนดเป็นค่าความกว้างของพัลส์ในหน่วย us ซึ่งปกติแล้ว Servo Motor จะใช้ความกว้างของพัลส์อยู่ที่ 1000-2000 us ตามที่ได้กล่าวไปข้างต้นแล้ว แต่ Servo Motor บางรุ่นหรือบางยี่ห้อไม่ได้ใช้ ช่วงความกว้างของพัลส์ตามที่ได้กล่าวเอาไว้นี้อาจจะใช้ช่วง 700-2300 แทนก็สามารถใช้ฟังก์ชัน writeMicrosecondsนี้เพื่อกำหนดความกว้างพัลส์ได้เอง

การใช้ฟังก์ชัน writeMicrosecondsสามารถกำหนดค่าได้อิสระ ตรงนี้ "ต้องระวังในการใช้งาน" หากสั่งงาน RC Servo Motor (แบบ 0 - 180 องศา) จนหมุนไปเกินจุดสิ้นสุดคือเกินทั้งฝั่ง 0 หรือ 180 องศา จะทำให้เกิดเสียงคราง ดังจากการหมุนไปต่อไม่ได้และมอเตอร์จะกินกระแสสูงขึ้นด้วยในเวลาเดียวกันนั้น ซึ่งอาจทำให้ RC Servo Motor เกิดความเสียหายได้

Syntax

servo.writeMicroseconds(uS)

Parameters

uS: คือค่าความกว้างของพัลส์ที่ต้องการกำหนดในหน่วยไมโครวินาที (โดยตัวแปร int)

read()

Description

คือฟังก์ชัน อ่านค่าองศาที่สั่งเข้าไปด้วยฟังก์ชัน write() เพื่อให้รู้ว่าตำแหน่งองศาสุดท้ายที่เราสั่งเข้าไปนั้นมีค่าเท่าไหร่ซึ่งค่าที่อ่านออกมานั้นจะมีค่าอยู่ใ นช่วง 0 – 180

Syntax

servo.read()

Parameters

ไม่มี: จะ Return ค่า 0-180

attached()

Description

คือฟังก์ชัน ตรวจสอบว่า Servo ที่เราต้องการใช้กำลังต่ออยกู่บขาสัญญาณของ Arduino หรือไม่

Syntax

servo.attached()

Parameters

ไม่มี: จะ Return ค่า True ออกมา หาก Servo Motor เชื่อมต่ออยู่กับ Arduino แต่ถ้าหาก Return ออกมาเป็นค่าอื่น ถือว่าไม่เชื่อมต่อ

detach()

Description

คือฟังก์ชัน คืนสถานะของขาที่เรากำหนดให้เป็นขาควบคุม Servo Motor ด้วยคำสั่ง attached() ให้กลับคือสู่การใช่

งานปกติ

Syntax

servo.detach()

Parameters

ไม่มี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ฟังก์ชันของคำสั่งโปรแกรม Arduino IDE ที่เกี่ยวข้อง

pinMode(x , y);
คือคำสั่ง ที่มีไว้สำหรับกำหนดการทำงานของ pin ที่ต้องการใช้งาน ให้ทำงานเป็นแบบ OUTPUT หรือ INPUT การทำงานเป็น output เช่น การสั่ง จ่ายแรงดัน 5 volt. การทำงานเป็น input
เช่น การสั่ง ให้อ่านค่าสถานะสวิทซ์ไฟ ว่าเปิดหรือปิดอยู่

pinMode(pin ที่ต้องการใช้งาน, OUTPUT หรือ INPUT);

digitalWrite(x , y);
คือคำสั่ง ที่มีไว้กำหนดการทำงานของ pin ที่ต้องการใช้งาน ให้มีสถานะลอจิกเป็น 1 (HIGH = จ่ายแรงดัน 5 volt.) หรือ 0 (LOW = หยุดจ่ายแรงดัน 5 volt.)

digitalWrite(pin ที่ต้องการใช้งาน, HIGH หรือ LOW);

delay(x);
คือคำสั่ง ที่หยุดการทำงานใน Arduino ตามเวลาที่กำหนดแต่ยังคงแสดงผลตามคำสั่ง ก่อนหน้า และสามารถตั้งเวลาได้ละเอียดในระดับ millisecond เช่นต้องการหยุดการทำงานเป็นเวลา 1 วินาที ค่าที่ต้องใส่ไปในฟังก์ชันคือ 1000

delay(ค่าที่ใช้เป็นตัวเลข มีหน่วยเป็น มิลลิวินาที);

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

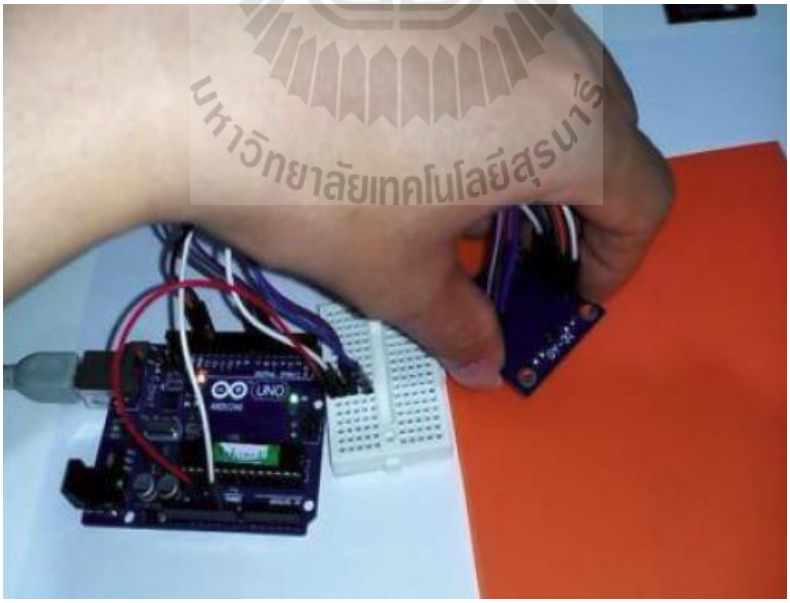
ภาคผนวก ข

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ขั้นตอนในการทำโครงสร้างของอุปกรณ์คัดแยกเหรียญเก่า-ใหม่

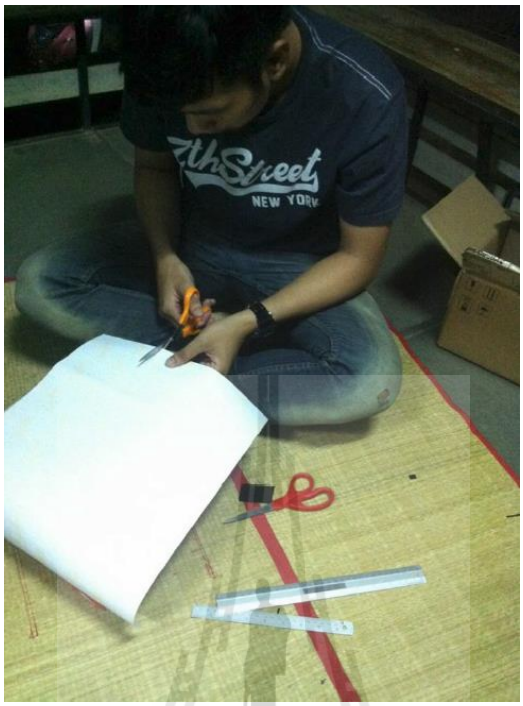
1. ขั้นตอนที่แรกเป็นการจัดเตรียมบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3

2. ทดสอบการทำงานของบอร์ด Arduino UNO R3 กับ Sensor RGB

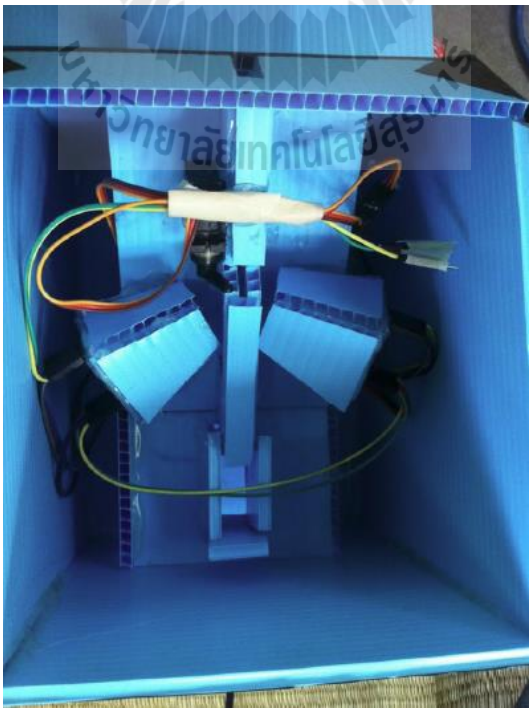


มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3. เป็นการจัดทำโมเดล และ ประกอบชิ้นงาน

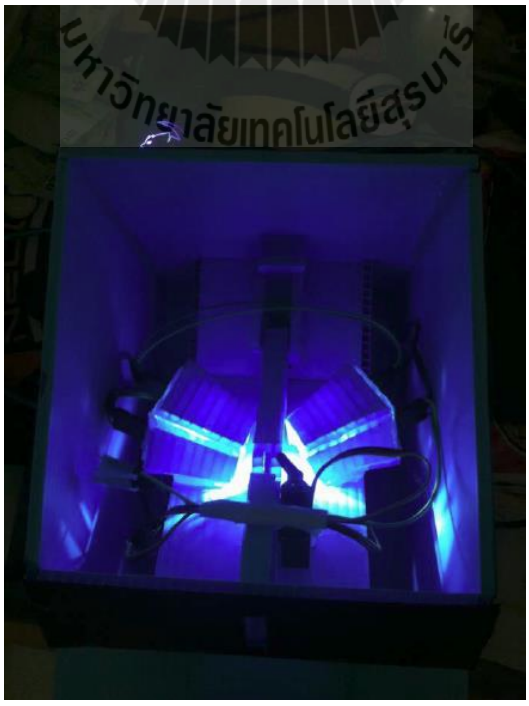


4. ประกอบโมเดลและอุปกรณ์ทุกอย่างรวมเข้าด้วยกันตามที่ออกแบบไว้



5. แปะสติ๊กเกอร์รอบนอกอุปกรณ์เพื่อลดแสงรบกวนจากภายนอก

6. ทำการทดสอบวัดค่าความเข้มแสงที่ได้จากเหรียญในรูปแบบต่างๆ



6. ทดสอบการตรวจสอบคุณภาพเหรียญของอุปกรณ์เพื่อหาจุดบกพร่อง

7. ประกอบโครงสร้างทุกอย่างรวมเข้าด้วยกันจะได้ อุปกรณ์คัดแยกเหรียญเก่า-ใหม่ ดังรูป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บรรณานุกรม

[1] การใช้งานบอร์ด Arduino เบื้องต้น

http://www.thaieasyelec.com/articlewiki/basicelectronics/%E0%B8%9A%E0%B8%97%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1arduino%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B8%B4%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0%B8%95%E0%B9%89%E0%B8%99%E0%B9%83%E0%B8%8A%E0%B9%89%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99-arduino.html

https://www.gravitechthai.com/guru2.php?p=260

[2] คุณสมบัติของไดโอดเปล่งแสง (LED)

-http://electronics.se-ed.com/contents/112s096/112s096_p07.asp

-http://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%84%E0%B8%94%E0%B9%82%E0%B8%AD%E0%B8%94%E0 %B9%80%E0%B8%9B%E0%B8%A5%E0%B9%88%E0%B8%87%E0%B9%81%E0%B8%AA%E0%B8%87

[3] การใช้งานไดโอดเปล่งแสงกับบอร์ด Arduino

http://www.arduino.cc/en/Tutorial/Blink?from=Tutorial.BlinkingLED

[4] การควบคุมและการใช้งาน RC Servo Motor ด้วยบอร์ด Arduino [1]

-http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-article/%E0%B8%9A%E0%B8%97%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%95%E0%B8%B1%E0%B8%A7%E0%B8%AD%E0%B8%A2%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%8
4%E0%B8%A7%E0%B8%9A%E0%B8%84 %E0%B8%B8%E0%B8%A1-rc-servo-motor-%E0%B8%94%E0%B9%89%E0%B8%A7%E0%B8%A2-arduino.html

-http://makerzone.mathworks.com/resources/servo-control/

บรรณนานุกรม(ต่อ)

[5] การควบคุมและการใช้งาน RC Servo Motor ด้วยบอร์ด Arduino [2]

http://makerzone.mathworks.com/resources/servo-control

[6]การควบคุมและการใช้งานเซอเซอร์วัดค่าแสง RGB

http://www.arduinoall.com/product/155/%E0%B9%82%E0%B8%A1%E0%B8%94%E0%B8%B9%E0%B8%A5-%E0%B8%A7%E0%B8%B1%E0%B8%94%E0%B8%84%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%AA%E0%B8%B5-%E0%B8%AD%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%84%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%AA%E0%B8%B5-rgb-colour-sensor-tcs230-tcs3200-%E0%B8%AA%E0%B8%B3%E0%B8%AB%E0%B8%A3%E0%B8%B1%E0%B8%9A-arduino-3

[6]คุณสมบัติของเซนเซอร์วัดค่าแสง RGB

http://profmason.com/?p=2234

http://www.nskelectronics.in/colour_sensor.html

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี